

TARTU RIIKLIKU ÜLIKOOLI TOIMETISED
УЧЕННЫЕ ЗАПИСКИ
ТАРТУСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

ALUSTATUD 1893. a.

VIINIK 205 ВЫПУСК

ОСНОВАНЫ в 1893 г.

ТРУДЫ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ
КУЛЬТУРЕ
TÕID KENAKULTUURI ALALT

III



TARTU 1968

TARTU RIIKLIKU ÜLIKOOLI TOIMETISED
УЧЕННЫЕ ЗАПИСКИ
ТАРТУСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
TRANSACTIONS OF THE TARTU STATE UNIVERSITY
ALUSTATUD 1893. a. VIHİK 205 ВЫПУСК ОСНОВАНЫ в 1893 г.

ТРУДЫ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ
TÖID KENAKULTUURI ALALT
III

ТАРТУ 1968

ОБ ОДНОЙ ВОЗМОЖНОСТИ АНАЛИЗА ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ПРИ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ

(Метод «Индивидуального корреляционного профиля»)

Л. К. Выханду, Т. Э. Кару

Лаборатория биофизики и электрофизиологии
и кафедра спортивной медицины

В спортивной медицине нередко точная оценка состояния исследуемого спортсмена или больного является серьезной проблемой. Успех решения такой задачи зависит, во-первых, от количества и качества первичной информации (количество измеренных показателей, их диагностическая ценность), а во-вторых, от правильности ее оценки. Часто весьма затруднительной оказывается оценка полученных данных, поскольку необходимо знать пределы колебания величины показателей, которые могут быть рассмотрены либо как «нормальные», либо как выходящие за пределы допустимых отклонений.

Однако, абсолютные величины различных показателей, без учета корреляционных закономерностей, которые существуют между ними, не обеспечивают достаточную информацию, более того, иногда могут привести даже к неверным выводам.

На рис. 1 представлена зависимость между минутным объемом кровообращения (МО) и периферическим сопротивлением (УСФ) (измеренные механокардиографически по Н. Н. Савицкому) в состоянии мышечного покоя. Средние значения для минутного объема и периферического сопротивления составляют соответственно 6 л и 28 усл. единиц. Пределы варьирования для МО 4,3 до 7,8 л, для УСФ — 19 до 44 ед. Если рассматривать кривую распределения по величинам периферического сопротивления, может создаться впечатление, что все исследуемые, УСФ которых находится в пределах удвоенного квадратичного отклонения ($\pm 2 \sigma_x$), имеют хорошее соответствие величины периферического сопротивления к минутному объему. В то же время

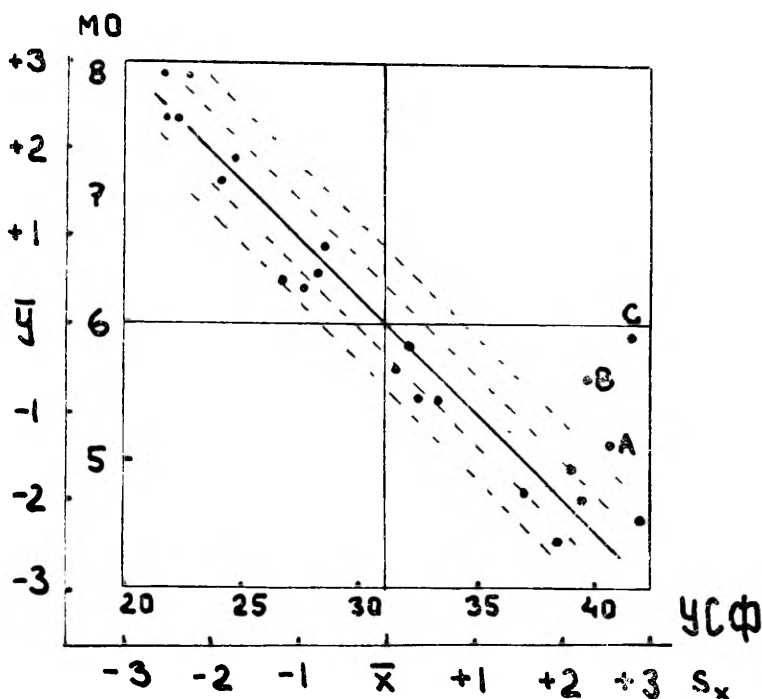


Рис. 1. Зависимость между минутным объемом кровообращения (МО, в л-х) и общим периферическим сопротивлением (УСФ, усл. ед.). Наличие тесной корреляционной связи между этими признаками значительно суживает границы «нормы».

исследуемые, УСФ которых выше $+2S_x$ или ниже $-2S_x$ имеют якобы нарушения регуляции деятельности центральных и периферических отделов аппарата кровообращения. Однако, глядя на рис. 1, где периферическое сопротивление сопоставлено с минутным объемом, мы не можем делать такого вывода, поскольку все исследуемые хорошо подчиняются закономерности: чем больше минутный объем, тем ниже периферическое сопротивление. Если мы имеем исследуемого, МО которого равен 5,9 литрам, а УСФ 42 единицам, то его данные уже не могут быть рассмотрены в отношении остальных как нормальные (рис. 1). Этот весьма простой пример позволяет определить первое свойство нормы: норма является всегда относительным понятием.

Теперь рассмотрим случай, когда параметры исследуемого отличаются от данных других лиц этой же группы (рис. 1 А, В, С). Вероятность того, что данные наиболее «нормальные», выше у исследуемого А, меньше у В и очень низки у С. Естественно, вероятность того, что у исследуемого С имеются нарушения регуляции кровообращения, наибольшая. Отсюда можем сделать вто-

рой основной вывод: норма является всегда вероятностным понятием. Эти два свойства нормы очень тесно переплетены друг с другом, разделить их почти невозможно. В понятии «норма» содержится диалектическое противоречие между общим и единичным. Кроме того, норма является всегда конкретным (норма относится только к тем условиям и контингенту, при которых она была определена) и абсолютным (каждая конкретная норма является частью некоторой, не зависящей от конкретных условий, биологической нормы) понятием. Добавим, что норма является относительным и вероятностным понятием, получим полное представление о ее чрезвычайно сложной сущности.

Какое значение имеет установленная коррелятивная норма? Мы характеризовали бы ее так: «Чем больше какой-либо показатель отклоняется от нормы, тем больше возрастает вероятность «ненормальности» этого показателя». Следовательно, чтобы оценить степень «ненормальности», надо знать норму, т. е. закономерности, существующие между различными показателями.

Выявление взаимосвязей между различными показателями возможно при исследовании определенного контингента людей с последующим проведением корреляционного анализа между изучаемыми признаками. Таким образом, все выявленные взаимоотношения всегда представляют собой научное обобщение, относясь к группе исследуемых в целом. Но обычно от врача требуют характеристики состояния здоровья конкретного человека, а не всей группы. Поэтому мы ставили своей целью создать математическую схему для характеристики каждого исследуемого из какой-нибудь группы.

Нам удалось разработать методику, при которой используется большая часть информации, полученной на основе анализа групповых данных — арифметических средних (\bar{x}), квадратичских отклонений (S_x), коэффициентов корреляции и прямолинейной регрессии. В доступной специальной литературе такая система анализа еще не описана.

Сущность метода, названного нами методом индивидуального корреляционного профиля (ИКП), заключается в следующем:

1. Вычисляется \bar{x} и S_x для каждого показателя в какой-нибудь серии экспериментов.
2. Проводится корреляционный анализ между всеми показателями и составляется матрица корреляции.
3. На основе достоверных коэффициентов корреляции строят схему «путь максимальной корреляции» по Л. К. Выханду [1].
4. Вместо кружков схема составляется из многослойных квадратов, куда наносятся нормированные данные в сигмальном выражении.

Формула для вычисления нормированных данных следующая:

$$X' = \frac{x - \bar{x}}{S_x}$$

Величина изучаемого показателя у данного индивида в сигнальном выражении изображается на квадрате схемы сплошной вертикальной линией (рис. 2).

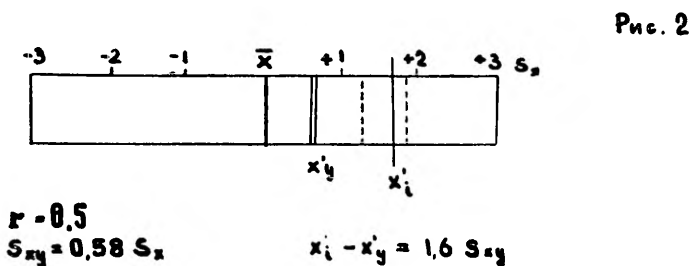


Рис. 2. Построение этажа схемы «индивидуального корреляционного профиля». Обозначения: \bar{x} — арифметическое среднее, x'_y — ожидаемое нормированное значение для x , предсказанное через y ; x'_i — нормированное значение x_i , s_x — среднее квадратическое отклонение, r — коэффициент корреляции, s_{xy} — нормированная ошибка регрессии (на рисунке изображена пунктирной линией).

5. Далее вычисляется ожидаемое значение изучаемого показателя на основе другого, влияющего на него показателя.

При нашей методике для предсказания одного показателя при помощи другого применялась линейная регрессия.

При этом:

$$\frac{y - \bar{y}}{s_y} = r \frac{x - \bar{x}}{s_x},$$

откуда нормированное отклонение y'_x выражается как

$$y'_x = r \frac{x - \bar{x}}{s_x}$$

Эти величины наносятся на этажи квадратов, с соответствующим знаком (рис. 2)

6. Нормированная ошибка регрессии с достаточной для практики точностью вычисляется по формуле:

$$S'_{xy} = \sqrt{1 - r^2_{xy}}.$$

Удвоенная нормированная ошибка является ориентировочной 95% границей для данного показателя.

7. Полученные данные представляются графически, как показано на рис. 2.

Рассмотрим, в чем заключаются преимущества данного мето-

да. Если регрессионный график (рис. 1) позволяет достаточно хорошо оценить взаимоотношения между двумя показателями, то при дальнейшем повышении числа показателей сложность восприятия многомерных пространственных изображений резко возрастает и правильная оценка данных станет весьма затруднительной. В схеме «индивидуального корреляционного профиля» многомерное мышление заменено «линейным», благодаря чему одновременное сопоставление 20—30 показателей по корреляционному принципу не представляет трудностей. Поскольку в основе схемы «индивидуальный корреляционный профиль» лежит схема «путь максимальной корреляции», то взаимоотношения между показателями оцениваются всегда как части общей системы, а не изолированно. Следовательно, исследователь получает всегда целостное представление как о системе взаимосвязей показателей, так и об индивидуальных взаимоотношениях показателей в этой системе. В схеме «индивидуальный корреляционный профиль» все взаимосвязанные показатели максимально приближены друг к другу, что значительно упрощает логические сопоставления при анализе этой схемы, оценка их ускоряется.

Представляем для примера часть схемы «индивидуальный корреляционный профиль» в полном виде (рис. 3)

Необходимо отметить, что к анализу индивидуальных случаев методом ИКП можно приступить только после установления «медицинского содержания» взаимоотношений в схеме «путь максимальной корреляции». Это требование вызвано тем, что каждое выявленное отклонение необходимо проанализировать отдельно: 1) в свете общих физиологических и патофизиологических

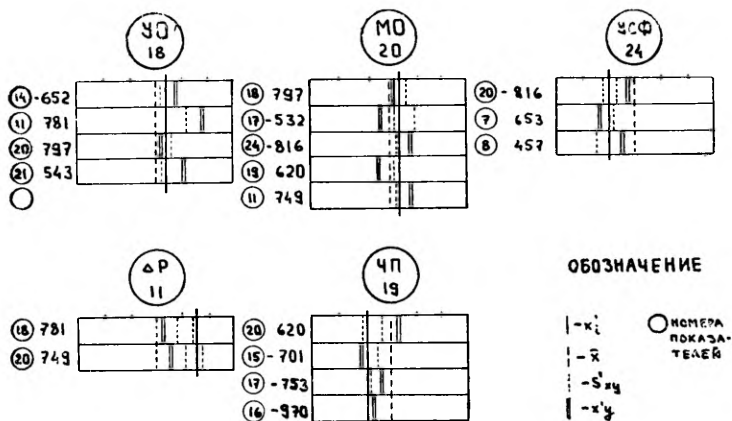


Рис. 3. Часть схемы «Индивидуальный корреляционный профиль». Обозначения: УО — ударный объем крови, МО — минутный объем крови, УСФ — удельное фактическое сопротивление, ΔР — истинная пульсовая амплитуда, ЧП — частота пульса.

закономерностей; 2) с учетом диагностического значения отклонения показателя за пределы нормальных колебаний, т. е. оценить отклонения по критерию «лучше» и «хуже». Не всегда отклонение от нормального можно трактовать как «ухудшение». При обнаружении несоответствия такой степени и характера можно подозревать патологию и следует применять уже специальный комплекс диагностических исследований, поскольку этот метод не заменяет врачебного мышления, а только помогает ему. Однако ИКП дает возможность, что особенно ценно для спортивной медицины, изучить совершенство регуляции отдельных функций у здоровых людей, без всякого подозрения на патологию.

Как все методы математической статистики, метод индивидуального корреляционного профиля универсален. В зависимости от выбора показателей он может найти применение в клинической медицине, в физиологии человека и животных, в биологии, а также экономике, т. е. везде, где применим корреляционный анализ.

Учитывая изменчивость структуры «пути максимальной корреляции» под влиянием воздействия физических нагрузок, схемы индивидуального корреляционного профиля должны быть составлены всегда для конкретной схемы «пути максимальной корреляции».

Отметим, что пользование прямолинейной регрессией соответствует анализу взаимосвязей на уровне первого приближения. Иногда в биологических системах имеются в той или иной степени выраженные нелинейные зависимости. В этих случаях, естественно, могут быть вычислены более точные линии регрессии (которые описываются, например, степенными функциями типа $y = ax^k$). Отклонения от них (специально вычисленные) могут быть изображены на схемах ИКП принципиально так же, как это уже рассматривалось. Однако, проведенный нами анализ гемодинамики у юных спортсменов при выполнении повторных физических нагрузок методом индивидуального корреляционного профиля показал [2, 3], что в большинстве случаев криволинейность связи выражена лишь незначительно, что позволяет ею пренебрегать (среди проанализированных выше 12 000 корреляционных отношений очень редко встречались величины, которые были статистически существенными).

Приводим пример, где метод индивидуального корреляционного профиля дал хорошие результаты.

Схема «индивидуального корреляционного профиля» исследуемого С. (14 лет, рост 183 см, вес 71,3 кг, здоров). По данным рентгенокимографического исследования у исследуемого С. обнаруживалось малое сердце ($x_1 < -2s_x$), по форме напоминающее детское сердце (I степень эволюции сердца). В состоянии мышечного покоя все его гемодинамические показатели мало отличаются от средних величин для данного контингента исследуемых. Схема ИКП показывает, что у данного исследуемого между фактическими и «ожи-

даемыми» значениями имеется совпадение. Это свидетельствует о том, что в данном случае, несмотря на выраженные морфологические отклонения сердца, качество регуляции общего процесса гемодинамики в состоянии мышечного покоя не страдает.

Однако, после выполнения повторных физических нагрузок выявилась некоторая функциональная неполноценность — величины ударного и минутного объемов оказались значительно ниже «ожидаемых» значений. Как эти, так и остальные показатели гемодинамики в данном случае мало отличаются от средних значений (\bar{x}); выявление же функциональных отклонений аппарата кровообращения стало возможным благодаря учету коррелятивных закономерностей.

Дальнейшая разработка данного метода идет в сторону вовлечения многомерного регрессионного анализа и полной автоматизации всех операций при помощи электронной вычислительной машины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Выханду Л. К. Об исследовании многопризнаковых биологических систем. Применение математических методов в биологии. Сборник третий. Л. Изд. Ленинградского университета 1964, стр. 19—22.
2. Кару Т. Э. Опыт математического анализа изменения гемодинамических показателей у юных спортсменов под влиянием повторных силовых нагрузок. — Материалы докладов 2-й конференции социалистических стран по врачебному контролю и лечебной физической культуре. М., 1964, стр. 71—72.
3. Кару Т. Э. Опыт корреляционного анализа гемодинамических показателей при силовых нагрузках у юных спортсменов. — Теория и практика физич. культ., 1964, вып. 6, стр. 51—61.

ÜHEST FÜSIOLOOGILISTE NÄITAJATE ANALÜÜSI VÕIMALUSEST FÜÜSILISTE KOORMUSTE PUHUL (INDIVIDUUAALSE KORRELATIIVSE PROFIILI MEETOD)

L. Võhandu, T. Karu

Resümee

«Norm» meditsiinis on suhteline ja tõenäosuslik mõiste. Mitmesuguste füsioloogiliste ja kliiniliste näitajate «normaalsust» on võimalik õigesti hinnata vaid juhul, kui arvestatakse korrelatiivseid seoseid, mis valitsevad üksikute näitajate vahel. Korrelatiivsete seoste leidmisel piirdutakse enamasti korrelatsioonikoeffitsiendi leidmisega, mis iseloomustab antud uuritava kontingendi seas valitsevaid üldisi seaduspärasusi. Ühe uuritava isiku paljude parameetrite kompleksseks hindamiseks üldiste korrelatiivsete seaduspärasuste alusel puudus seni sobiv meetod. Meie poolt väljatöötatud individuaalse korrelatiivse profiili meetod annab

selleks võimaluse, kasutades ära informatsiooni, mida oli võimalik saada grupi parameetrite — \bar{x} , s_x korrelatsioonikoefitsientide ja lineaarse regressiooni kasutamisel. Töös esitatud algoritmi põhjal teostatud hemodünaamika uurimine noortel sportlastel korduva füüsilise koormuse puhul näitas uue meetodi eeliseid võrreldes senituntutega. Meetodi edasiarendamisel nähakse ette mitmese regressioonimeetodi kasutamine ning profiili koostamise automatiseerimine elektronarvuti abil.

SOME POSSIBILITIES OF THE ANALYSIS OF PHYSIOLOGICAL VARIABLES IN PHYSICAL WORK WITH SPECIAL REFERENCE TO THE “INDIVIDUAL CORRELATIONAL PROFILE” METHOD

L. Vykhandu, T. Karu

S u m m a r y

The notion of a “norm” in medicine is relative and probabilistic. One can get a reliable estimation of the “normality” of different physiological and clinical variables only if one takes into account correlative ties between variables. The coefficients of correlations are usually used to describe the behaviour of the groups under study. To describe a single person of a group with all his complex interrelations between variables we did not have any convenient method so far. We worked out the so-called “Individual Correlational Profile” as a method for taking into account all the information one can get from the estimations of group parameters (arithmetic mean, coefficients of correlation and linear regression between two variables) The advantages of the algorithm given in this paper were checked on the basis of data on hemodynamics obtained from young athletes in conditions of repeated physical work. As a further development of the method we foresee the use of multiple regression and also a fully computerized way of obtaining individual profiles.

О НЕКОТОРЫХ ВОЗМОЖНОСТЯХ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ИЗМЕНЕНИЙ ЧАСТОТЫ ПУЛЬСА И ВЕЛИЧИН АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ ПРИ ПОВТОРНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ (ТРЕНД-АНАЛИЗ). СООБЩЕНИЕ I

Г. Э. Кару

Кафедра спортивной медицины

Динамика изменения частоты пульса и величины артериального давления в ответ на физическую нагрузку представляет собой, несмотря на кажущуюся простоту, весьма сложное явление. При большей частоте проведения последовательных измерений удастся фиксировать более тонкие изменения этих показателей, но тем сложнее станет интерпретация полученных данных. При анализе непрерывно регистрируемых показателей необходимо применение средств автоматической обработки физиологической информации.

Каждая реакция частоты пульса и артериального давления в ответ на физическую нагрузку может быть разделена на три части: 1) переходный процесс вработывания — от состояния мышечного покоя до стабилизации ее уровня при работе; 2) фаза относительной стабилизации, т. е. устойчивое состояние — (steady state) на этом уровне и 3) переходный процесс восстановления — от уровня устойчивого состояния (steady state) во время мышечной работы до величин, близких к исходным значениям (рис. 1). При кратковременных нагрузках фаза устойчивого состояния может отсутствовать и кривая будет состоять из двух переходных процессов.

Для практических целей важно знать, какие элементы реакции наиболее информативны, что они отражают и можно ли найти показатели, характеризующие качество реакции в целом. Поскольку методически общедоступными являются измерения частоты пульса и артериального давления в восстановительном периоде, то в данном сообщении мы изложим некоторые пути применения характеристик переходного процесса восстановления для функциональной диагностики сердечно-сосудистой системы.

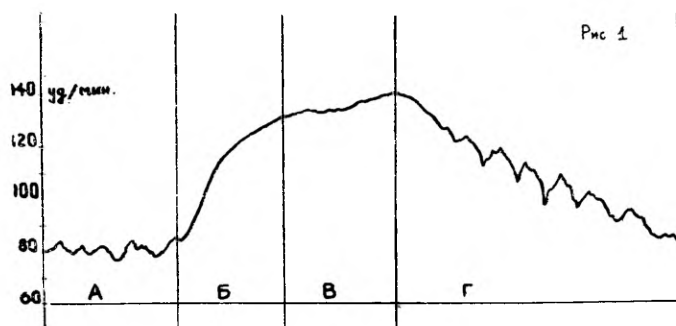


Рис. 1. Типичная кривая изменения частоты сердечных сокращений при физических нагрузках. А — состояние мышечного покоя, Б — фаза вбратывания (переходный процесс «включения»), В — steady state фаза, Г — фаза восстановления (переходный процесс «выключения»).

Задача состоит в том, чтобы разделить кривую переходного процесса восстановления на несколько составных частей, подчеркивающих разные стороны этого явления.

Основными параметрами реакции таких показателей, как артериальное давление и частота пульса, являются: 1) характер регуляции — форма кривой переходного процесса; 2) уровень регуляции — характеризующий некоторый средний уровень, вокруг которого происходят изменения показателя под воздействием физических нагрузок; 3) высота или амплитуда изменения величины показателя. Различают два вида высоты реакции или реактивности показателей: первый — разность между уровнем мышечного покоя и максимальным значением, второй — разность между средним уровнем и максимальным значением изучаемого показателя; 4) скорость регулирования. Объясним это на примере реакции частоты пульса на повторную работу на велоэргометре (рис. 2).

Рис 2

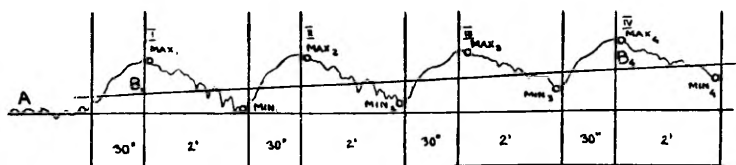


Рис. 2. Кривая частоты сердечных сокращений при повторной физической работе на велоэргометре. Продолжительность каждой нагрузки 30 сек., интервалы отдыха 2 мин., мощность работы 200 вт., темп 70 об/мин. Объяснения в тексте.

Рассматривая кривую на рис. 2, можно заметить, что сердечные циклы в состоянии покоя до нагрузки неодинаковой длительности имеют некоторую вариабельность, вследствие автоматической регуляции и дыхательной аритмии. Назовем эти колебания условно микроволнами. Как видим, во время повторных нагрузок они почти исчезают. В мышечном покое уровень регуляции соответствует некоторому уровню А. Но, когда исследуемый подвергается влиянию какого-либо фактора (в данном случае 30-секундным физическим нагрузкам), требующего для его преодоления более интенсивной работы системы кровообращения, а мы, не допуская полного восстановления, предлагаем все новые нагрузки, то можно видеть образование т. н. макроволн (рис. 2, I—IV). Можно провести условную среднюю линию через эти макроволны ($B_1—B_4$). Это будет т. н. рабочий уровень для изучаемого показателя, в данном случае для частоты пульса. $Ma_{x_1}, ma_{x_2}, \dots, ma_{x_4}$ являются наибольшими величинами учащения пульса после нагрузки. Нетрудно заметить, что рабочий уровень регуляции, т. е. уровень B_1 по сравнению с исходным тем больше, чем выше сила выводящего фактора, продолжительнее нагрузка (до определенного предела). короче интервалы между повторениями, выше «индивидуальная чувствительность» к нагрузке и медленнее показатель возвращается к исходному уровню. Высота реакции будет тем больше, чем выше величина выводящего фактора, длительнее интервалы между повторениями или выше индивидуальная потребность к интенсификации данной функции (к повышению частоты пульса).

Можно выделить еще ряд закономерностей:

1) Разность между уровнем А и значением ma_{x_1} показывает индивидуальную чувствительность к данной нагрузке.

2) Разность $ma_{x_1} — min_1$ характеризует амплитуду восстановления данного показателя (если интервалы $t_{int} = const.$), средняя скорость восстановления выражается как $\frac{ma_{x_1} - min_1}{t} =$ средняя скорость восстановления, где t = время в минутах между определениями ma_{x_1} и min_1 .

3) $B_1 — B_4$ демонстрирует стабильность уровня регуляции данного показателя.

4) Разность $ma_{x_1} — ma_{x_4}$ характеризует стабильность индивидуальной чувствительности данного показателя.

5) Реактивность, т. е. разность между максимальной величиной и рабочим уровнем ($ma_{x_1} — B_1$) характеризует регуляцию величины показателя от уровня $B_1 — B_4$, что особенно отчетливо проявляется при вычислении ее для каждого повторения. Возможны три варианта изменения реактивности (см. рис. 3).

6) Изменения реактивности могут комбинироваться со смещением уровня B_4 .

Установлено, что признаком хорошей адаптации являются

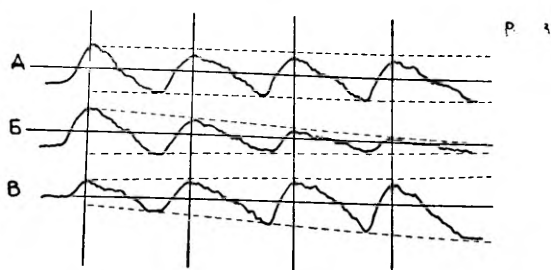


Рис. 3. Виды изменения реактивности при повторных физических нагрузках. А — без изменений, Б — погасающие колебания, В — генерированные колебания.

устойчивые величины вегетативных показателей в течение определенного количества повторений (Р. Е. Мотылянская, [1]). Для анализа обычно берутся максимальные величины показателей. Таким образом, до настоящего времени не разработан вопрос о стабильности рабочего уровня и высоты реакции, как весьма важных составных частей реакции организма на повторные физические нагрузки.

Для разрешения этих задач необходимо было найти математический подход к анализу данных частоты пульса и артериального давления. В данной работе для установления рабочего уровня регуляции был применен статистический метод сглаживания кривых пульса и артериального давления методом подвижных или скользящих средних (В. Урбах, [2]). В доступной нам литературе мы не нашли данных о применении этого метода для подобных целей. Поскольку сглаженная кривая называется тренд, то весь разбираемый метод назван нами тренд-анализом и заключается в следующем.

Предположим, что мы дали организму несколько физических нагрузок через определенные интервалы, в результате чего величина частоты пульса (изображенная на рис. 2) повысилась и восстановилась.

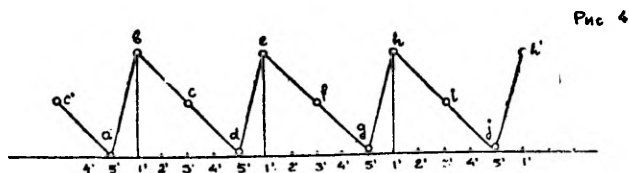


Рис. 4. Выбор точек для тренд-анализа. Объяснения в тексте.

Из каждого периода выбирают 3 (5 или 7) идентичных точки. Мы выбрали всего три точки: 1-ю, 3-ю и 5-ю минуты восстановления. На рис. 4 они обозначены латинскими буквами а, b, с, и т. д. Вносим их в соответствующую таблицу.

Таблица 1

Вычисление тренда методом скользящих средних

Исходные данные	a+b+c	b+c+d	c+d+e	d+e+f	e+f+g	h+i+j
	3	3	3	3	3 ... 3	
Тренд	\tilde{b}	\tilde{c}	\tilde{d}	\tilde{e}	\tilde{f}	\tilde{i}

Рассмотрим, например, точки а, b, с. Задача заключается в том, чтобы провести прямую линию регрессии по этим трем точкам. Эта линия проходит через точку с координатами

$$\hat{x}_i = \frac{x_{i-1} + x_i + x_{i+1}}{3}; \quad \hat{y}_i = \frac{a+b+c}{3}$$

Следовательно: $\tilde{b} = \frac{a+b+c}{3}$ при равных шагах аргумента.

Можно считать, что это равенство дает нам координаты точек, которые во времени совпадают со средней точкой «триады».

Поэтому данная выравненная точка носит обозначение \tilde{b} .

Далее найдем среднюю для с:

$$\tilde{c} = \frac{b+c+d}{3}$$

Дабы не потерять крайних точек ряда а и j, для которых нет точек а' и j', можно в оба конца ряда приписывать по одной симметричной точке с' и h', где с' соответствует значению с, h' значению h. Практически эти величины незначительно отличаются от истинных. Так как тройки при сложении перекрываются, т. е. мы пользуемся не системой 123 456 789, а 123 234 345, то средние называются скользящими; отсюда и название разбираемого метода выравнивания. Полученные точки \tilde{a} , \tilde{b} , \tilde{c} ... \tilde{i} можно изобразить графически. Эта выравненная кривая называется тренд (от английского слова trend — направление), и она характеризует общую направленность, тенденцию (или стабильность) рабочего уровня. Тренд (Тр) может быть горизонтальный, иметь тенденцию к повышению или понижению.

Вычисление реактивности происходит следующим образом:

$$\text{Реактивность (P)} = b - \frac{a+b+c}{3} = b - \tilde{b}.$$

Поскольку изменения тренда и реактивности по нашим данным в процессе повторных нагрузок происходит достаточно линейно, то для характеристики динамики достаточно брать по одной точке тренда (соответствующей 1-й минуте восстановления) первой и последней нагрузки. То же можно сказать о реактивности. Разность $Tr_1 - Tr_n$ будет характеризовать сдвиги в рабочем уровне, $Reакт_1 - Reакт_n$ отразит изменение величины реактивности в течение изучаемого периода.

В случае относительно быстрых изменений уровня тренда при неравных шагах аргумента (т. е. при выборе для сглаживания точек, расстояния между которыми во времени не одинаковы по величине), желательно пользоваться несколько модифицированными формулами.

Возьмем три последовательных значения аргумента ($x_1; x_2; x_3$) с соответствующими им значениями функций ($y_1; y_2; y_3$)

x	y
-1	a
0	b
+2	c

отсюда при помощи метода наименьших квадратов получим для прямой $y = Ax + B$ уравнения

$$\begin{aligned}\Sigma y &= A \Sigma x + 3B \\ \Sigma xy &= A \Sigma x^2 + B \cdot \Sigma x.\end{aligned}$$

Поскольку при сглаживании нас интересует значение функции при $x=0$, то найдем соотношение детерминантов в этой точке:

$$\tilde{b} = B = \frac{\begin{vmatrix} 1 & a+b+c \\ 5 & -a+2c \end{vmatrix}}{-14} = \frac{6a+5b+3c}{14}$$

Следовательно, тренд равняется значению средней точки, умноженного на 5 + значению наиболее отдаленной точки, умноженного на 3 и + значению ближайшей точки, умноженного на 6. Полученная сумма делится на 14. Аналогично происходит вычисление тренда и в других случаях, когда $x_i - x_{i-1}$ и $x_{i+1} - x_i$ во времени не равняются.

Что касается величин максимального артериального давления, то несмотря на различия в форме кривой восстановления этого показателя (кратковременный спад максимального давле-

ния непосредственно после прекращения нагрузки с последующим вторичным подъемом), такой же принцип анализа применим и здесь. За мах_1 берутся значения максимального давления, измеренные на 30-й секунде после прекращения очередной нагрузки.

Для характеристики взаимоотношений величин частоты пульса и артериального давления мы делили величину тренда максимального артериального давления на величину тренда частоты пульса. Полученное соотношение названо нами индексом тренда — ИТ

$$\text{ИТ} = \frac{\text{Тр максимального артериального давления}}{\text{Тр частоты пульса}}$$

Можно вычислить и его динамику:

$\text{ИТД} = \text{ИТ}_I - \text{ИТ}_{II}$, где I = первая нагрузка
 II = одна из последующих нагрузок, чаще последняя.

(ИТД — индекс тренда в динамике).

Нам представляется, что такой математический подход открывает большие возможности для исследования динамики различных показателей в связи с физическими нагрузками. Таким образом, уже при изучении динамики двух самых доступных показателей, можно вывести около 35 различных признаков, позволяющих провести всесторонний анализ их изменений. Вряд ли надо добавлять, что подробный анализ полученных данных немислим без применения электронно-вычислительных машин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мотылянская Р. Е., Мартынова А. В. Методика определения состояния тренированности спортсменов в условиях повторных нагрузок. — Пробл. врачебного контроля. Вып. IV. М., Фи С., 1958, стр. 87—122.
2. Урбах В. Ю. Математическая статистика для биологов и медиков. М., Изд. АН СССР, 1963, стр. 124—128.

MÕNEDEST PULSISAGEDUSE JA ARTERIAALSE VERERÕHU MUUTUSTE MATEMAATILISE ANALÜÜSI VÕIMALUSTEST KORDUVA FÜÜSILISE KOORMUSE PUHUL (TRENDANALÜÜS)

I TEADAANNE

T. Karu

Resümee

Käesolevas töös vaadeldakse pulsisageduse ja arteriaalse maksimaalse vererõhu muutusi korduvate füüsiliste koormuste puhul kui perioodilisi võnkumisi, arvutatakse välja muutuste keskmine tase ning ulatus sellelt tasapinnalt. Keskmise taseme arvutamiseks esitatakse metoodika kõverate statistiliseks silumiseks liikuvate keskmiste meetodil. Saadud silutud kõver — trend — peegeldab antud näitaja suuruse muutumise üldist tendentsi. Vahe trendi tasapinna ja näitaja maksimaalväärtuse vahel kajastab nn. reaktiivsust. Selline metoodiline lähenemine pulsisageduse ja vererõhu kõverate interpreteerimisel võimaldab senisest suurema täpsusega esile tuua korduva füüsilise koormuse mõjul organismi talitlustes toimunud muutuste iseloomu. Maksimaalse vererõhu trendiväärtuse ja pulsisageduse trendiväärtuse jagatis (mis ajaliselt ühtib taastumisperioodi esimesel minutil) on nimetatud trendiindeksiks (TI). Teoreetiliste kaalutluste põhjal võib trendiindeksit käsitleda kui integraalset reaktsiooni kvaliteedi näitajat füüsiliste koormuste puhul. Üksikute trendanalüüsi näitajate diagnostilise väärtuse leidmiseks on suure töömahu tõttu vajalik elektronarvutite kasutamine.

ON SOME POSSIBILITIES OF A MATHEMATICAL ANALYSIS OF CHANGES IN PULSE RATE AND ARTERIAL BLOOD PRESSURE IN INTERMITTENT PHYSICAL WORK (TREND ANALYSIS)

REPORT I

T. Karu

Summary

The present article deals with changes in the pulse rate and the maximum arterial blood pressure during intermittent physical work and regards them as periodical fluctuations. It presents

data on the calculation of the mean level of the changes represented as curves and the range of these changes from that level. The article also sets out the method of the statistical levelling out of the curves by the method of sliding means. The resulting levelled-out curve — conditionally called a trend—represents the general tendency of the changes in the given variables. The difference between the trend level and the maximum value of the variable reflects the so-called reactivity. Such a methodical approach in the interpretation of the pulse rate and of the curves of the blood pressure makes it possible with greater accuracy to bring out the nature of the changes which have taken place in the functions of the organism under intermittent physical work. The quotient of the trend value of the maximum blood pressure and the trend value of the pulse rate in the first minute after the work period is called the trend index (T I). On the basis of theoretical considerations it is possible to consider the trend index as an integral variable of the quality of the reaction under physical work. On account of the large volume of calculations it is necessary to use electronic computers for the establishment of the diagnostic value of each variable of the trend analysis.

О НЕКОТОРЫХ ВОЗМОЖНОСТЯХ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ИЗМЕНЕНИЙ ЧАСТОТЫ ПУЛЬСА И ВЕЛИЧИН АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ ПРИ ПОВТОРНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ (ТРЕНД-АНАЛИЗ) СООБЩЕНИЕ II

Т. Э. Кару

Кафедра спортивной медицины

Оценка применяемых в практике врачебного контроля функциональных проб с использованием физических нагрузок (трехмоментная проба по С. П. Летуну, 15-секундный бег на месте в качестве дополнительной нагрузки, повторные специфические нагрузки и т. д.) до настоящего времени основывается на учете изменений величин артериального давления и частоты пульса. При этом различают пять типов реакции (нормотонический, гипертонический, дистонический, астенический и ступенчатый). Наиболее благоприятной считают нормотоническую реакцию, менее благоприятными — остальные типы. Однако, одна лишь нормотоническая реакция имеет большие различия у разных спортсменов и выражается в разных по величине максимальных сдвигах пульса и артериального давления, а также в различной скорости восстановления этих показателей. Следовательно, определение одного лишь типа реакции уже не удовлетворяет практическим потребностям. Необходим переход к количественной оценке разных компонентов динамики пульса и артериального давления. За последние годы опубликованы некоторые работы, в которых авторы пытались охарактеризовать разные компоненты реакции артериального давления в ответ на однократную физическую нагрузку [1, 2, 3, 4]. При этом большой интерес представляет т. н. «ступенчатая» реакция артериального давления после прекращения физической работы.

Установлено [4], что характер регуляции частоты пульса и величин артериального давления на специфические и неспецифические нагрузки сильно различается, и для выявления специфического приспособления к спортивным нагрузкам требуется

исследование функциональных сдвигов при самом большом спортивном напряжении. Это еще раз подтверждает правильность определения специальной тренированности специальными нагрузками и метода повторных физических нагрузок (Р. Е. Мотылянская [5]). Однако, оценка результатов повторных физических нагрузок до последнего времени основывалась на анализе величин максимальных значений каждого показателя после очередного повторения нагрузки. Нами были разработаны [6, 7] некоторые дополнительные показатели (тренд, реактивность или высота реакции над уровнем тренда, индекс тренда), отражающие разные стороны изменения величин названных показателей. Предлагаем результаты,* полученные при анализе динамики частоты пульса и артериального давления в опытах с повторными нагрузками на силовую выносливость у юных высокорослых баскетболистов.

Материал и методика исследования

Эксперименты были проведены на 25 высокорослых (рост = $183,6 \pm 5,6$ см, вес $69,6 \pm 4,5$ кг) баскетболистах 14—16 лет.

Все исследуемые юноши по данным комплексного врачебного обследования (включая рентгенокимографическое исследование сердца), проведенного по методике, принятой в секторе спортивной медицины ЦНИИФК, были признаны практически здоровыми. В качестве физических нагрузок служили повторные заезды на велоэргометре фирмы «Элема» (мощность нагрузки устанавливалась выборочно при помощи таблицы случайных чисел и варьировалась от 1 300 до 1 700 кгм/мин, длительность — 2 мин., 60 оборотов в 1 мин., интервалы отдыха — 5 мин., 6 повторений).

Гемодинамические данные записывались при помощи механокардиографа Н. Н. Савицкого до мышечной работы и на 1, 3, 5-й минутах восстановительного периода после первой и последней нагрузок. Частота пульса (подсчитывалась аускультативно на верхушке) и артериальное давление (измерялось методом Короткова) определялись частотой 1 раз в минуту в течение пяти минут после каждого заезда, а также после дополнительных нагрузок (15-секундный бег).

В итоге проведенной работы мы располагали следующими показателями: 1) общие — возраст, рост, вес, спирометрия, продолжительность занятий в секции баскетбола; 2) показатели, характеризующие деятельность сердца: ударный объем (УО), частота пульса (ЧП), минутный объем (МО), длительность сердечного цикла (Т), длительность гемодинамической систолы (А), длительность диастолы (Д); 3) показатели, характеризующие состояние периферического звена кровообращения: минимальное артериальное давление (МнД), среднее артериальное давление (СрД), боковое систолическое давление (БсД), конечное систолическое давление (КсД), истинная пульсовая амплитуда (ΔР) и гемодинамический удар (ГдУ), скорость распространения пульсовой волны по артериям эластического типа (Сэ) и по артериям мышечного типа (См).

* Экспериментальная часть работы выполнена в секторе спортивной медицины Центрального научно-исследовательского института физической культуры.

Все данные были подвергнуты математико-статистическому анализу с вычислением \bar{x} , s_x и коэффициентов корреляции r^* . Величины частоты пульса и артериального давления использовались для тренд-анализа, соответственно нашей методике (7).

При анализе изменений показателей тренд-анализа были поставлены следующие задачи:

1. Найти некоторые наиболее информативные показатели, которые могут характеризовать отдельные компоненты реакции частоты пульса или изменения величин артериального давления в ответ на физическую нагрузку.

2. Выявить факторы, связанные с различными компонентами динамики пульса и артериального давления.

3. На основе обобщения полученных данных сделать конкретные выводы для качественного анализа данных частоты пульса и величины артериального давления при повторных нагрузках.

Результаты исследования

Основное внимание в данной работе было обращено на тщательный анализ корреляционных связей следующих показателей: А. При повторных нагрузках (ПН): 1) тренд частоты пульса (тренд ЧП); 2) реактивность частоты пульса (реакт. ЧП); 3) тренд максимального артериального давления (тренд АД); 4) реактивность максимального артериального давления (реакт. АД); 5) индекс тренда (ИТ); 6) максимальная частота пульса непосредственно (первые 10 сек.) после прекращения нагрузки; 7) максимальная величина артериального давления (на 20—30-й сек. после прекращения нагрузки); 8) соотношение максимальных величин пульса и артериального давления.

Б. При дополнительных нагрузках: 1) индекс тренда (ИТ); 2) соотношение максимального давления к частоте пульса (АД/ЧП).

Произведенный нами анализ дал следующие результаты (таблицы 1 и 2):

* Вычисления проводились на электронно-вычислительной машине Урал-2 по программе, разработанной в лаборатории биофизики и электрофизиологии Тартуского гос. университета под руководством доц. Л. К. Выханду.

Таблица 1

Сводная таблица корреляционных связей показателей тренд-анализа

1. Матрица исходных данных

Показатель	Коррелируемый показатель		
	г*	Обозначение показателя	Название показателя
Индекс тренда первой нагрузки (ИТ I ПН)	419	возраст	соотнош. артер. давл. и частоты пульса (ПН)
	-482	рост	
	778	АД/ЧП	
	-456	СрД	Среднее давление
	609	ГдУ	Гемодинамический удар
	568	Д	Длительность гемодинамической диастолы
	520	Т	Длительность сердечного цикла
	-526	ЧП(м)	Частота пульса (механокардиог.)
	-462	Р	Количество работы, соверш. сердцем (мин.)
	-410	УСФ—УСР	Разность УСФ—УСР
	-530	А/Т	Относительная длительность периода изгнания
	454	АQRS	Отклонение оси QRS влево
Индекс тренда в динамике (ИТД) = (ИТ _I —ИТ _{II})	514	АД/ЧП	Отношение арт. давл. и частоты пульса (ПН)
	-464	МО	Минутный объем
	-431	Р	Количество работы, соверш. сердцем в 1 мин.
	425	УСФ	Удельное фактическое сопротивление
	479	ИТ ПН	Индекс тренда (ПН)
Соотношение АД/ЧП (Повт. нагр.)	518	ГдУ	Гемодинамический удар
	-427	ЧП	Частота пульса
	-446	А/Т	Относительная длительность периода изгнания
	451	А	Длительность периода изгнания
	778	ИТ ПН	Индекс тренда (ПН)
	514	ИТД	Индекс тренда (в динамике)

* Коэффициенты корреляции увеличены 1000 раз.

Матрица первой нагрузки

Показатель	Коррелируемый показатель		
	г	Обознач. показателя	Название показателя
1	2	3	4
Тренд АД ПН (1)	646	ИТ ПН	Индекс тренда (повторные нагрузки) 1
	465	БсД	Боковое систолическое давление
	535	КсД	Конечное систолическое давление
	596	АQRS	Сдвиг оси QRS влево
	617	Реакт. АД	Реактивность артер. давления
	524	ИТД	Индекс тренда в динамике
	492	АД/ЧП ПН	Соотношение артер. давл. и частоты пульса
	642	АД 1	Артер. давл. на 1-й мин. в/п после 1 нагрузки
Реактивность АД ПН (1)	510	ИТ ПН	Индекс тренда (ПН)
	529	БсД	Боковое систолическое давление
	436	ΔР	Истинная пульсовая амплитуда
	617	Тр АД 1	Тренд артер. давления (1)
	479	АД/ЧП ПН	Соотношение артер. давл. и частоты пульса
	804	АД 1	Артер. давл. на 1-й мин. после 1 нагр.
АД 1 (артериальное давл.) на первой мин. после первой нагрузки	—446	Рост	
	597	ИТ ПН	Индекс тренда (ПН)
	421	МнД	Минимальное артериальное давление
	553	БсД	Боковое систолическое давление
	490	АQRS	Сдвиг оси QRS влево
	642	ТрАД	Тренд артериального давления
	804	Реакт. АД	Реактивность артериального давления
ИТ ДН (индекс тренда на дополн. нагрузки) (1)	423	МнД	Минимальное артериальное давление
	498	БсД	Боковое систолическое давление
	509	АД/ЧП ДН	Соотношение АД и ЧП после 1 ДН
ИТ ПН (индекс тренда на первую повторную нагрузку)	412	Возраст	
	—495	Рост	
	—432	А/Т 1	Относительная длительность периода изгнания
	523	Т	Длительность сердечного цикла
	520	Д	Длительность диастолы
	—504	ЧП(м)	Частота пульса (механокардиография)

1	2	3	4
	432	AQRS	Сдвиг оси QRS влево
	646	Тр АД	Тренд артериального давления
	510	Реакт. АД	Реактивность артериального давления
	470	ИТД	Индекс тренда в динамике
	—633	ЧП I	Частота пульса
	597	АД I	Артериальное давление
	—669	Тренд ЧП	Тренд частоты пульса
Тренд ЧП	—669	ИТ ПН	Индекс тренда (повторные нагрузки)
	548	А/Т	Относительная длительность периода изгнания
	—694	А	Длительность периода изгнания
	—792	Т	Длительность сердечного цикла
	—761	Д	Длительность гемодинамич. диастолы
	806	ЧП(м)	Частота пульса (механокардиограф.)
	785	ЧП I	Частота пульса
Реакт. ЧП	572	МР кгм	Мощность работы в кгм/мин
	772	ЧП I	Частота пульса
ЧП I частота	458	Рост	
	597	МР кгм	Мощность работы в кгм/мин
	—633	ИТ ПН	Индекс тренда (повторные нагрузки)
	565	А/Т	Относительная длительность периода изгнания
	—615	А	Длительность периода изгнания
	—718	Д	Длительность гемодинамической диастолы
	—787	Т	Длительность сердечного цикла
	736	ЧП(м)	Частота пульса (механокардиограф.)
	416	МО	Минутный объем
	441	ФБТ	Длительность выслушивания «бесконечного» тона
	785	Тр ЧП	Тренд частоты пульса
	722	Реакт. ЧП	Реактивность частоты пульса
АД/ЧП (соотн. артер. и частоты пульса) (1)	414	УСФ—УСР	Разность УСФ—УСР
	492	Тренд АД	Тренд артериального давления
	479	Реакт. АД	Реактивность артериального давления
	529	ИТ ПН	Индекс тренда (повторные нагрузки)

Т а б л и ц а 3

**Матрица интеркорреляции между показателями тренд-анализа
(по данным реакции на первую нагрузку)**

$\bar{x} \pm s_x$	Показатель	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
175,5 \pm 22,2	1 АД I		642	804	-313	-183	-230	597	370	271	224	405	375	—	—
140,9 \pm 14,6	2 Тренд АД		617	-099	091	-224	646	524	492	-028	374	339	—	—	—
29,45 \pm 9,05	3 Реакт. АД			-204	-110	-151	510	375	479	057	299	301	—	—	—
23,4 \pm 2,74	4 ЧП I				785	722	-663	-258	066	207	-095	-204	—	—	—
16,1 \pm 1,86	5 Тренд ЧП					173	-669	-147	325	350	157	-110	—	—	—
6,23 \pm 1,5	6 Реакт. ЧП						-280	-112	-200	-015	-328	-151	—	—	—
8,05 \pm 1,2	7 ИТ ПН							470	078	-352	141	368	778	—	—
0,87 \pm 0,74	8 ИТД								529	-133	-220	080	514	—	—
0,96 \pm 0,85	9 АД/ЧП ПН-Разность I—II									363	221	-071	—	—	—
0,97 \pm 1,02	10 АД/ЧП ДН-Разность I—II										509	-181	—	—	—
9,08 \pm 0,91	11 ИТ ДН												321	297	732
3,68 \pm 0,86	12 Функция проба													—	—
7,2 \pm 1,52	13 АД/ЧП ПН														089
6,96 \pm 1,17	14 АД/ЧП ДН														—

Обозначения: цифрами обозначены 1 000 раз увеличенные коэффициенты корреляции; — коэффициенты корреляции не определялись

5% граница достоверности=0,416

1% граница достоверности=0,526

ЧП — частота пульса, АД — максимальное артериальное давление, ДН — дополнительная нагрузка, ПН — повторные нагрузки.

Представленные в таблице 1—3 интеркорреляции между показателями тренд-анализа свидетельствуют о следующем:

Чем выше максимальное давление непосредственно после прекращения нагрузки (на 30-й сек), тем выше и тренд ($r=0,642$) и реактивность АД ($r=0,804$). Тренд и реактивность артериального давления тесно связаны между собой ($r=0,617$). Максимальная частота пульса также коррелирует с реактивностью ($r=0,722$) и трендом ($r=0,785$), но последние между собой не связаны ($r=0,173$). Это является и причиной того, что вычисленный нами интегральный показатель — индекс тренда сильно коррелирует со всеми названными показателями, кроме реактивности пульса. По всей вероятности, причина в том, что от высоты реакции артериального давления зависит его общий уровень ($r=0,617$), а частота пульса не подчиняется таким закономерностям. Таким образом определено (таблицы 1 и 2), что индекс тренда, выражающий количественные соотношения между уровнями регулирования частоты пульса и величинами максимального давления, тем выше, чем выше максимальные величины артериального давления ($r=0,597$), тренд артериального давления ($r=0,646$) и реактивность артериального давления ($r=0,510$), и чем ниже максимальная величина частоты пульса ($r=-0,663$) и тренд частоты пульса ($r=-0,668$). Далее выяснилось, что по количеству корреляционных связей индекс тренда (ИТ) занимает среди всех остальных показателей тренд-анализа первое место, он связан почти со всеми показателями, с которыми коррелирует величина артериального давления (АД), тренд АД и реактивность АД, частота пульса (ЧП), тренд ЧП и реактивность ЧП. Следовательно, индекс тренда содержит почти всю полезную информацию, которую можно получить при помощи названных показателей. Интересно, что корреляционные связи между ИТ и теми показателями, с которыми коррелируют его составные (тренд, АД и ЧП), всегда имеют одинаковый знак, а по абсолютному значению различаются лишь незначительно.

Как видно из таблицы 2, тренд артериального давления имеет большее количество достоверных связей, чем реактивность артериального давления или его максимальное значение на первой минуте восстановительного периода. Что касается частоты пульса, то его максимальные абсолютные значения непосредственно после выполнения нагрузки являются более информативными, чем тренд или реактивность. Поэтому в дальнейших исследованиях может оказаться полезным такой показатель, как тренд АД/ЧП.

Кроме описанных взаимосвязей между ИТ и показателями тренд-анализа было выявлено, что индекс тренда тем ниже, чем выше частота пульса по механокардиографическим данным (в ответ на первую нагрузку) ($r=-0,504$). Соответственно наблюдаются положительные корреляционные связи между ИТ, дли-

тельностью сердечного цикла ($r=0,523$) и длительностью гемодинамической диастолы ($r=0,520$) Оказывается, что величина индекса тренда несколько повышается с возрастом ($r=0,412$) и он ниже у более высокорослых спортсменов ($r=-0,495$) (за счет более высокой частоты пульса у них). Кроме того, была обнаружена некоторая тенденция к более высоким величинам ИТ у юношей, в электрокардиограмме которых наблюдалось более выраженное отклонение оси QRS влево. Возможно, что это связано с некоторой гипертрофией левого отдела сердца у исследуемых.

Как известно, во врачебном контроле всегда весьма заманчивой была идея создания «универсального» показателя тренированности. Обычно эти попытки не увенчивались успехом. Высказанное С. П. Летуновым мнение, что не может быть «универсального» признака тренированности, вполне обосновано. Однако, нельзя отрицать, что различные показатели не в одинаковой мере отражают функциональное состояние спортсмена. С этой точки зрения индекс тренда может, как нам кажется, быть весьма полезным для оценки подготовленности спортсмена к конкретным физическим нагрузкам. В соответствии с используемой нагрузкой, этот показатель может характеризовать как общую, так и специальную тренированность. Отмечено, что при нормотоническом типе реакции на дозированную физическую нагрузку более благоприятными являются относительно меньшие величины пульса и более выраженное повышение артериального давления. Действительно, у более подготовленных юношей индекс тренда имеет более высокие величины (ИТ в среднем у наших исследуемых на первую нагрузку составлял $8,05 \pm 1,2$ единицы). По данным Р. Е. Мотылянской [5], при повторных нагрузках высокая тренированность выражается в способности поддерживать более длительное время стабильный уровень вегетативных функций. По нашим данным, юноши, имеющие более высокие величины ИТ на первую нагрузку, имеют и более стабильный уровень ИТ до последней нагрузки. При включении ИТ I (на вторую нагрузку) в матрицу последней нагрузки, оказалось, что те юные спортсмены, у которых ИТ I был выше, как по самочувствию ($r=0,503$), так и по признакам утомления ($r=0,495$) меньше уставали в течение опыта, а последнюю нагрузку также выполняли лучше (как по субъективной оценке [$r=-0,416$], так и по оценке экспериментатора [$r=-0,447$]) Эти данные являются, на наш взгляд, достаточно обоснованными, чтобы рекомендовать индекс тренда как весьма информативный показатель для характеристики адаптационных возможностей сердечно-сосудистой системы на физические нагрузки. В то же время более эффективными в некоторых целях могут оказаться именно другие показатели тренд-анализа.

Можно добавить, что ИТ под влиянием длительной физиче-

ской работы почти всегда уменьшается. Следовательно, ИТД, т. е. разность ИТ I — ИТ II (где I — первая, а II — одна из последующих, чаще последняя нагрузка) может характеризовать степень утомления спортсмена. Эмпирически нами разработаны следующие критерии оценки:

1. Незначительное воздействие нагрузки: ИТ повышается, или снижается на 0,5 единицы.
2. Средняя степень воздействия нагрузки: ИТ снижается на 0,5 до 1,0 единицы.
3. Выраженное воздействие нагрузки: ИТ снижается на 1,0 до 2,0 единиц.
4. Сильное воздействие нагрузки: ИТ снижается на 2,0 до 3,0 единиц.
5. Чрезмерное воздействие нагрузки: ИТ снижается больше, чем на 3,0 единицы.

Такие сдвиги обычно наблюдаются при длительности тренировочного занятия — 1—1,5 часа. Разработка более точных критериев весьма затруднительна, поскольку зависит от многих, порой трудноучитываемых факторов. Все же для практической работы врача при проведении врачебно-педагогических исследований вычисление ИТД является весьма полезным. При этом ИТД может быть вычислен для дополнительной нагрузки (15-секундный бег в максимальном темпе). При повторных нагрузках ИТД может быть применен как показатель, характеризующий степень тренированности; чем меньше снижение ИТ, тем выше должна быть тренированность. Естественно, эта зависимость является коррелятивной, а не функциональной, и поэтому имеются отклонения от этой закономерности.

Выводы

1. Для более дифференцированной оценки особенностей регуляции частоты пульса и величин максимального артериального давления при повторных физических нагрузках целесообразно изучать сдвиги этих показателей по составным частям. В этих целях нами предложена новая методика — тренд-анализ.

2. Тренд-анализ позволяет рассматривать отдельно уровень регулирования (тренд) какого-либо показателя при физической нагрузке, а также характеризовать амплитуду изменения (реактивность) этих показателей.

3. Весьма важное значение имеет соотношение уровней регулирования частоты пульса и артериального давления (отношение тренда максимального давления к тренду частоты пульса), названное нами индексом тренда (ИТ). На основе корреляционного анализа было доказано, что индекс тренда содержит почти всю информацию, которую можно получить на основе анализа

его составных. Величина ИТ в среднем при используемых нами нагрузках была $8,05 \pm 1,2$, относительно высокие его величины оцениваются как более благоприятная реакция, относительно низкие — как менее совершенный тип реакции.

4. Для количественной оценки степени утомления при тренировочных занятиях или уроков физкультуры можно рекомендовать вычисления ИТД как на повторные, так и дополнительные нагрузки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Эплер М., Виру А. А., Куррик Э. О динамике изменений кровяного давления и ритме сердца при кратковременных физических нагрузках. — Конф. по вопр. физиол. спорта. Тбилиси, 1960, стр. 224—226.
2. Виру А. А., Виру Э. А., Оя С. М., Сильдмязэ Х. Ю. Об изменении регуляции кровообращения при спортивной деятельности. — Материалы IV республиканской научно-практической конференции по вопросам спортивной медицины и лечебной физкультуры. Таллин, 1962, стр. 26—28.
3. Синельников В. П. О качественной оценке «ступенчатой» реакции подъема максимального давления. — Теория и практ. физ. культ. 1962, вып. 11, стр. 71—74.
4. Виру А. А., Нурмекиви А. А., Омму Б. Г. К вопросу определения тренированности функциональными пробами. — Ученые записки Тартуского государственного университета. Тарту, 1964, вып. 154, стр. 3—20.
5. Мотылянская Р. Е., Мартынова А. В. Методика определения состояния тренированности спортсменов в условиях повторных нагрузок. — Пробл. врачебного контроля. Вып. IV, М., Ф и С, 1958, стр. 87—122.
6. Кару Т. Э. О графических изображениях некоторых показателей при проведении функциональной пробы у спортсменов. — III Респ. научно-практическая конференция по вопросам спортивной медицины и ЛФК. Материалы докладов, Таллин, 1960, стр. 32.
7. Кару Т. Э. О некоторых возможностях математического анализа изменений частоты пульса и величин артериального давления при повторных физических нагрузках (тренд-анализ). Сообщение I. — Ученые записки Тартуского государственного университета. Тарту, 1968, вып. 205, стр. 11—19.

MÕNEDEST PULSISAGEDUSE JA ARTERIAALSE VERERÕHU MUUTUSTE MATEMAATILISE ANALÜÜSI VÕIMALUSTEST KORDUVA FÜÜSILISE KOORMUSE PUHUL (TRENDANALÜÜS) II TEADAANNE

Т. Кару

Resümee

Pulsisageduse ja arteriaalse vererõhu muutusi füüsilise koormuse puhul on otstarbekas vaadelda üksikute komponentide kaupa. Meie poolt väljatöötatud trendanalüüsi meetod võimaldab kindlaks teha pulsisageduse ja arteriaalse vererõhu regulatsiooni-tasapinna muutuste üldise tendentsi ja iseloomustada reaktsiooni

amplituudi sellelt tasapinnalt. 25 pikakasvulise noore korvpalluriga korduva füüsilise koormuse meetodil tehtud katsed näitasid, et üksikud trendanalüüsi näitajad — trend, reaktiivsus, trendiindeks ja dünaamiline trendiindeks on tihedas korrelatsioonis tähtsate hemodünaamiliste (südame minutimaht, perifeerne vastupanu), kardiokineetiliste (südame väljulusperioodi kestus, diastooli kestus) ja elektrokardiograafiliste (QRS-telje asend) näitajatega. Selgus, et mida kõrgem on maksimaalse vererõhu maksimum pärast koormuse lõppu, seda kõrgem on ka tema trendiväärtus ja reaktiivsus. Pulsisageduse maksimaalne tööjärgne väärtus korreleerub nii reaktiivsuse kui trendiga, kuid siin vastandina maksimaalsele vererõhule, pole viimased omavahel seotud. Arvestades statistiliselt usaldatavate korrelatiivsete seoste hulka ja absoluutväärtusi, tuleb kõige informatiivsemaks näitajaks, mida on võimalik leida maksimaalse vererõhu ja pulsisageduse mõõtmise alusel, lugeda trendiindeksit. Sportlased, kel oli suhteliselt kõrgem trendiindeksi väärtus, väsisid katse käigus vähem. Indeksi suuruse muutumist võib kasutada kui üht objektiivset väsimuse näitajat. Võib konstateerida, et seosed pulsisageduse ja vererõhu ning teiste näitajate vahel pole eriti tugevad.

ON SOME POSSIBILITIES OF A MATHEMATICAL ANALYSIS OF CHANGES IN PULSE RATE AND ARTERIAL BLOOD PRESSURE IN INTERMITTENT PHYSICAL WORK (TREND ANALYSIS)

REPORT II

T. Karu

S u m m a r y

It is expedient to study the changes in the pulse rate and the blood pressure during physical work according to their individual components. The method of trend analysis worked out by the author enables one to establish the general tendency of the changes in the level of the regulation of the pulse rate and of the arterial blood pressure, and characterize the range of reactions from that level.

Experiments carried out with 25 tall young basket-ballers during intermittent physical work showed that the individual variables of the trend analysis — trend, reactivity, trend index and dynamic trend index — are in close correlation with important hemodynamic variables (cardiac output peripheral resistance), with cardiokinetic variables (duration of cardiac ejection

time, diastolic duration) as well as with electrocardiographic variables (the position of the axis QRS). It was found that the higher the peak of the maximum blood pressure after the end of the performed work, the higher is its trend value and reactivity. The maximum value of the pulse rate after work is in correlation with both its reactivity and trend, but, in contrast to the maximum blood pressure the reactivity and the trend value of the pulse rate are not correlated. Taking into account the number of statistically reliable correlative relations and the absolute values, one may consider the trend index to be the most informative variable that can be established by measuring the blood pressure and the pulse rate. Sportsmen who showed comparatively higher trend-index values tired less in the course of the experiment. Variations in index values can be used as an objective indicator of fatigue. It may be stated that relations between the pulse rate, the blood pressure and other variables are not particularly strong.

К ВОПРОСУ СОПРЯЖЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЙ ЧАСТОТЫ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ И АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ ПРИ СПОРТИВНЫХ НАГРУЗКАХ И ОДНОМИНУТНОМ БЕГЕ НА МЕСТЕ

А. А. Виру, С. М. Оя, Х. Ю. Сильдмяэ, Э. А. Виру

Проблемная научно-исследовательская лаборатория по основам
мышечной деятельности человека

Результаты многих исследований указывают на специфические особенности в приспособлении к спортивным нагрузкам (1—6). Сопоставление результатов различных функциональных проб с изменениями, зарегистрированными непосредственно при плавании и беге, показали, что по размаху реакции более всего приближаются к этим изменениям сдвиги при 1-минутном беге на месте, выполненном в предельном темпе (7). Задачи настоящей работы выяснить: 1) сопряжены ли изменения частоты сокращений сердца и артериального давления при беге на месте и при выполнении спортивных нагрузок и 2) зависят ли изменения, регистрируемые при дополнительной нагрузке после тренировочных занятий, от функционального состояния сердечно-сосудистой системы до занятий.

Методика исследования

Наблюдения проводились над 166 членами сборных команд республики (см. табл. 1). Во всех 286 наблюдениях исследуемые выполняли 1-минутный бег на месте в предельном темпе (поднимание коленей до угла 105° между туловищем и бедром) и после индивидуальной привычной разминки подвергались специфическим спортивным нагрузкам (у пловцов — плавание на 100 м с предельной скоростью, у штангистов — выполнение классического троеборья по одной попытке со штангой весом 80% от личного рекорда спортсмена, с интервалами отдыха между подходами 2—3 минуты, у борцов — тренировочная схватка 2 раза по 5 минут с переменой партнеров, у гимнасток — упражнение на бревне, соответствующее требованиям I разряда и 5-кратное сгибание рук в висе, у лыжников — кросс на 25 км). До, во время и после 1-минутного бега на месте, плавания на 100 м, поднятия штанги и выполнения гимнастических упражнений непрерывно регистрировали частоту сердечных сокращений с помощью кардиотахографа. До и после окончания этих

упражнений в положении сидя измеряли артериальное давление по Короткову 6—8 раз в минуту, используя специальный насос для быстрого создания давления в манжете. Непосредственно после окончания схватки у борцов подсчитывали в течение 10 сек. частоту сокращений сердца путем пальпации толчков сердца и измеряли артериальное давление. Спустя 15—30 мин. после окончания схватки или кросса борцы и лыжники снова выполняли 1-минутный бег на месте в качестве дополнительной нагрузки.

Таблица 1

Контингент исследуемых и время наблюдений

Вид спорта	Количество исследуемых	Количество наблюдений		
		В подготовительном периоде	В период соревнования	Всего
Плавание ♂	34	30	51	81
♀	35	37	42	79
Тяжелая атлетика ♂	12	—	12	12
Борьба ♂	26	—	26	26
Спортивная гимнастика ♀	25	13	26	39
Лыжный спорт ♂	34	51	—	51
Всего	166	131	157	288

Результаты наблюдений и обсуждение

Как показано в таблице 2, плавание на 100 м вызывает более значительное учащение деятельности сердца, а поднятие штанги, выполнение гимнастических упражнений и тренировочная схватка у борцов менее значительное учащение, чем 1-минутный бег на месте (разницы между арифметическими средними статистически достоверные). Восстановление частоты сокращений сердца, выраженное по пульс-сумме восстановления (суммарное количество сокращений сердца в течение 3 мин. после работ), оказалось после плавания более медленным (пульс-сумма восстановления более высоким), чем после бега на месте. Очевидно, плавание было более значительной нагрузкой, чем бег на месте. Однако, максимальное артериальное давление повышалось до одинакового уровня после плавания и бега на месте, в связи с чем отношение между наивысшими уровнями артериального давления и частотой сокращений сердца оказалось более высоким при беге на месте, чем при плавании. По-видимому, характер регуляции сердечно-сосудистой системы и, в первую очередь, характер мобилизации ее функции не был одинаковым. Специальным исследованием установили, что при плавании переход к более напряженной нагрузке сопровождается менее выраженным повышением артериального давления, не-

**Изменения частоты сокращений сердца и артериального давления при
1-минутном беге на месте и спортивных нагрузках**

Т а б л и ц а 2

Вид спорта, нагрузки	Наивысший уровень				Отношение: ар- териальное давление/час- тота сокра- щений сердца		Пульс-сумма восстановле- ния		Площадь пульсового давления	
	частоты сокра- щений сердца		артериаль- ного давления							
	M±m	δ	M±m	δ	M±m	δ	M±m	δ	M±m	δ
П л а в а н и е ♂										
1-мин. бег на месте	167±1,92	14,1	206±2,35	20,9	1,27±0,003	0,18	324±5,92	49,6	24,3±0,79	6,86
Плавание на 100 м	182±1,71	12,5	203±2,45	21,6	1,14±0,02	0,14	370±6,52	54,5	25,5±0,89	7,53
П л а в а н и е ♀										
1-мин. бег на месте	176±1,92	15,0	191±2,25	20,0	1,13±0,02	0,16	332±6,30	51,6	20,0±0,78	6,72
Плавание на 100 м	183±1,83	14,6	190±2,58	22,9	1,09±0,02	0,17	382±6,79	55,6	19,7±0,72	6,15
Т я ж е л а я а т л е т и к а *										
1-мин. бег на месте	177±3,37	11,7	204±5,99	20,7	1,15±0,05	6,16	349±6,72	23,2	—	—
Поднятие штанги жимом	134±4,04	13,4	176±5,45	18,9	1,29±0,05	0,17	181±7,51	23,9	—	—
Поднятие штанги рывком	134±2,38	8,3	171±3,84	13,3	1,27±0,03	0,11	182±6,53	22,6	—	—
Поднятие штанги толчком	145±2,54	8,8	170±5,84	20,2	1,17±0,03	0,09	188±7,22	25,0	—	—
Б о р ь б а										
1-мин. бег на месте до схватки	172±2,32	11,8	199±4,09	20,9	1,15±0,03	0,16	340±12,15	62,0	22,3±1,27	6,56
Тренировочная схватка	162±4,22	21,5	136±5,46	27,9	0,84±0,04	0,21	—	—	—	—
1-мин. бег на месте после схватки	186±2,39	12,17	181±5,48	23,4	0,97±0,03	0,15	406±7,62	38,9	20,4±1,15	5,87
С п о р т и в н а я г и м н а - с т и к а										
1-мин. бег на месте	163±2,95	18,4	179±4,02	25,1	1,10±0,03	0,16	340±6,64	40,5	—	—
Упражнение на бревне	132±3,87	21,2	165±5,03	28,1	1,26±0,04	0,21	206±5,47	27,4	—	—
Сгибание рук в висе	143±3,12	19,5	162±4,23	26,5	1,13±0,03	0,17	204±4,16	25,4	—	—
Л ы ж н ы й с п о р т										
1-мин. бег на месте до кросса	164±2,35	16,4	185±2,63	18,4	1,13±0,03	0,19	294±7,96	55,7	21,0±0,80	5,58
1-мин. бег на месте после кросса	167±2,54	17,8	161±3,96	27,8	0,98±0,03	0,19	354±6,06	42,4	16,8±0,70	4,92

Примечание: М — арифметическое среднее
 m — средняя ошибка
 δ — квадратическое отклонение

смотря на более значительное учащение деятельности сердца [8]. Горизонтальным положением тела при плавании создаются особо благоприятные условия для кровообращения, но, по всей вероятности, большая нагрузка при плавании на 100 м все же обуславливала менее благоприятный тип усиления функции сердечно-сосудистой системы, чем при беге на месте.

Наоборот, при поднятии штанги и выполнении гимнастических упражнений наблюдалось небольшое учащение деятельности сердца и относительно большое повышение максимального давления, о чем свидетельствовало существенное повышение отношения максимального давления к частоте сокращений сердца. Исключениями были поднятие штанги толчком и сгибание рук в висе, при которых частота сокращений повышалась больше, чем при других упражнениях со штангой или при упражнениях на бревне. Возможно, что как при плавании, так и при силовых упражнениях повышением напряженности нагрузки создается тенденция к менее благоприятному типу усиления функции сердечно-сосудистой системы. Вопрос, с какими особенностями в кровообращении и его нервно-гормональной регуляции связано относительно большое повышение артериального давления при поднятии штанги и упражнениях на бревне, требует специальных исследований.

Непосредственно после тренировочной схватки наблюдалось у 11 борцов из 26 повышение максимального давления на 27—58 мм рт. ст., у 5 борцов оно было незначительное и у 3 оно совсем отсутствовало. У 7 борцов уровень максимального давления был после схватки на 10—40 мм рт. ст. ниже уровня до схватки. Сопоставление данных, полученных у борцов, разделенных таким образом на 2 группы, показало (см. таблица 3) что группа А (явно повышенный уровень максимального артериального давления после схватки) характеризуется более высокими функциональными способностями сердечно-сосудистой системы, чем группа Б. Об этом свидетельствовали более значительные повышения максимального артериального давления при одинаковой частоте сокращений сердца, меньшая пульс-сумма восстановления и большая площадь пульсового давления в течение 3 мин. после 1-минутного бега на месте у группы А, чем у группы Б. Физическая нагрузка при борьбе связана с напряженной работой почти всех групп мышц тела и в связи с этим также обширной вазодилатацией. Результатом этого, является значительное падение периферического сопротивления. В этих случаях повышение артериального давления достигается лишь при значительном увеличении минутного объема сердца. Разумеется, это возможно только при высоких функциональных способностях сердечно-сосудистой системы.

Как показывает сопоставление данных этих двух групп, зарегистрированных при 1-минутном беге на месте, выполненном,

Таблица 3

Изменения частоты сокращений сердца и артериального давления у борцов

Нагрузка	Группа	Наивысший уровень				Отношение: максимальное давление/ частота сокращений сердца		Пульс-сумма восстановления (ударов)		Площадь пульсового давления (см рт. ст. × см.)	
		частоты сокра- щений сердца (ударов в мин.)		артериаль- ного дав- ления (мм рт. ст.)							
		M±m	δ	M±m	δ	M±m	δ	M±m	δ	M±m	δ
Тренировочная схватка	A	163±4,61	15,2	159±4,30	14,2						
	Б	175±4,69	18,3	118±5,56	21,7						
	Разница	—12±6,58 t=1,58 P>0,05		41±7,03 t=5,83 P<0,01							
Бег на месте до схватки	A	170±3,03	10,0	209±4,70	15,5	1,23±0,03	0,09	323±18,45	60,9	25,8±1,36	4,5
	Б	176±3,28	12,8	192±4,92	19,2	1,09±0,04	0,15	381±15,85	61,8	20,4±1,77	6,9
	Разница	—6±4,46 t=1,35 P>0,10		17±6,86 t=2,46 P<0,05		0,14±0,05 t=2,40 P<0,05		—58±24,31 t= 2,39 P< 0,05		5,4±2,23 t=2,42 P<0,05	
Бег на месте после схватки	A	180±3,03	10,0	202±5,06	16,7	1,13±0,04	0,13	399± 4,00	13,2	25,0±1,19	3,9
	Б	183±3,80	14,8	165±5,00	19,5	0,90±0,03	0,11	411± 3,00	11,7	17,0±1,10	4,4
	Разница	—3±4,82 t=0,62 P>0,05		37±7,12 t=5,20 P<0,01		—0,23±0,05 t=4,60 P<0,01		—12± 5,00 t= 2,40 P< 0,05		8,0±1,62 t=4,94 P<0,01	

после схватки, у группы Б схватка вызывала более значительные изменения в состоянии организма, чем у группы А. Такой типичный признак утомления как понижение реакции артериального давления при дополнительной нагрузке был четко выявлен у спортсменов группы Б, как и у лыжников после кросса, но он был не существенным у спортсменов группы А. Как показали наши исследования [9, 10], значительное понижение реакции артериального давления на физические нагрузки при утомлении связаны с неадекватным снабжением организма кортикоидами. У физически мало подготовленных исследуемых отмечено понижение содержания кортикоидов в плазме уже при 10—20 мин. работе на велоэргометре с мощностью 100 W [11]. Не исключена возможность, что деятельность коры надпочечников у борцов была также одним из факторов, влияющих на регуляцию артериального давления.

Сопоставление реакции на отдельные нагрузки пробы Летунова показало, что при однотипной реакции специфические способности подготовки спортсмена отражаются прежде всего в

Таблица 4

Изменение минимального давления непосредственно после нагрузки

Вид спорта, нагрузки	К-во случаев повышения ми- нимального давления		К-во случаев пони- жения ми- нимального давления		В том чис- ле к-во слу- чаев «бесконеч- ного тона»		В том чис- ле к-во случаев «бесконеч- ного тона» сохр. бол. 3 мин	
	п	%	п	%	п	%	п	%
Плавание ♂								
1-мин. бег на месте	3	5%	60	95%	47	75%	15	24%
Плавание на 100 м	2	3%	61	97%	53	84%	21	33%
Плавание ♀								
1-мин. бег на месте	4	6%	68	94%	46	64%	7	10%
Плавание на 100 м	7	10%	65	90%	36	50%	7	10%
Тяжелая атлетика								
1-мин. бег на месте	1	8%	11	92%	7	58%	2	17%
Поднятие штанги жимом	5	42%	7	58%	2	17%	0	0%
Поднятие штанги рывком	3	25%	9	75%	2	17%	0	0%
Поднятие штанги толчком	1	18%	11	92%	2	17%	0	0%
Спортивная гимнастика								
1-мин. бег на месте	5	13%	34	87%	11	28%	0	0%
Упражнение на бревне	9	29%	22	71%	3	10%	0	0%
Сгибание рук в висе	16	41%	23	59%	2	5%	0	0%
Борьба								
1-мин. бег на месте	0	0%	26	100%	24	92%	3	12%
Тренировочная схватка	0	0%	26	100%	23	88%	—	—

отношении реакции максимального давления и частоты сокращений сердца [7]. Выше приведенные данные также указывают, что специфические особенности приспособления организма к спортивным нагрузкам находят свое выражение в реакции артериального давления и ее отношении к реакции частоты сокращений сердца.

Непосредственно после бега на месте, тренировочной схватки и плавания на 100 м в большинстве случаев отмечалось аускультаторный феномен понижения минимального давления, причем, больше, чем в 50% случаев отмечалось явление т. н. бесконечного тона (см. табл. 4). После поднятия штанги рывком и толчком, а также после упражнений на бревне преобладание понижения минимального давления сохранялось, но «бесконечный тон» отмечался лишь в единичных случаях. После поднятия штанги жимом и сгибания рук в висе количество случаев повышения минимального давления значительно возросло — до 42 и 41% случаев.

Таблица 5

Сопряженность изменений минимального давления при различных упражнениях

Упражнения	Число случаев совпадения направления изменения минимального давления	Число случаев несовпадения изменения минимального давления	Вероятность сопряженности
Бег на месте — плавание на 100 м ♂	58	5	>99%
Бег на месте — плавание на 100 м ♀	64	8	>99%
Бег на месте — поднятие штанги жимом	8	4	<95%
Бег на месте — поднятие штанги рывком	8	4	<95%
Бег на месте — поднятие штанги толчком	10	2	>98%
Поднятие штанги жимом — рывком	8	4	<95%
Поднятие штанги рывком — толчком	10	2	>98%
Поднятие штанги жимом — толчком	8	4	<95%
Бег на месте — тренировочная схватка	26	0	100%
Бег на месте — сгибание рук в висе	23	16	<95%
Бег на месте — упражнения на бревне	19	12	<95%
Упражнение на бревне — сгибание рук в висе	16	15	—

Как показывает таблица 5, существенная сопряженность (по таблице Вардена [12]) направления изменений минимального давления имела место при беге на месте и плавании на 100 м, при беге на месте и поднятии штанги толчком, при беге на месте и тренировочной схватке. Поднятие штанги жимом и рывком, сгибание рук в висе и выполнение упражнения на бревне, очевидно, связаны специфичной приспособленностью, которая не обнаруживается при беге на месте по реакции минимального давления.

В таблице 6 представлены коэффициенты корреляции между изменениями частоты сердечных сокращений и артериального давления при 1-минутном беге на месте и при спортивных нагрузках. Как видно, изменения деятельности сердечно-сосудистой системы при беге на месте были в достоверной корреляции с изменениями при плавании на 100 м и при выполнении гимнастических упражнений, а также с изменениями при той же пробе,

Таблица 6

Корреляции между изменениями частоты сердечных сокращений и артериального давления при выполнении 1-мин. бега на месте и при спортивных нагрузках

Упражнение	Наивысший уровень				Соотношение: макс. давл./ частота сокр. сердца		Пulse-сумма восстановления		Площадь пульсового давления	
	частоты сокращений сердца		максимального давления							
	п	г	п	г	п	г	п	г	п	г
Плавание на 100 м ♂	54	0,276	79	0,423	53	0,638	70	0,413	75	0,257
Плавание на 100 м ♀	61	0,429	79	0,399	61	0,368	67	0,543	74	0,538
Поднятие штанги жимом	12	0,293	12	0,308	12	0,462	12	0,131	—	—
Поднятие штанги рывком	12	0,405	12	0,161	12	0,052	12	0,329	—	—
Поднятие штанги толчком	12	0,443	12	0,378	12	0,610	12	0,285	—	—
Тренировочная схватка	26	0,106	26	0,603	26	0,165	—	—	—	—
1-мин. бег на месте после тренировочной схватки	26	0,676	26	0,458	26	0,354	26	0,738	26	0,393
Упражнение на бревне	30	0,519	31	0,816	30	0,596	25	0,839	—	—
Сгибание рук в висе	39	0,581	39	0,778	39	0,600	37	0,803	—	—
1-мин. бег после тренировочного занятия у лыжников	51	0,814	51	0,563	51	0,603	51	0,591	51	0,098

Примечание: статистически достоверные ($P < 0,05$) коэффициенты корреляции (г) отмечены жирным шрифтом

но выполненной после длительного кросса и тренировочной схватки. Корреляция отсутствовала, однако, с изменениями при поднятии штанги. По-видимому, приспособление к большинству спортивных нагрузок в значительной мере зависит от общих функциональных способностей сердечно-сосудистой системы, которые отражаются при 1-минутном беге на месте. Однако, приспособление к кратковременным силовым нагрузкам, в частности, поднятие штанги больше зависит от особых специфических механизмов приспособления.

Выводы

1. Специфические особенности приспособления организма к спортивным нагрузкам находят свое выражение в реакции артериального давления и ее отношении к реакции частоты сокращений сердца.

2. Изменения частоты сердечных сокращений и артериального давления при 1-минутном беге на месте в предельном темпе имеют достоверную корреляцию с изменениями этих функций при плавании на 100 м и при выполнении гимнастических упражнений, а также изменениями при той же пробе, выполненной после длительного кросса и тренировочной схватки. Изменения частоты сердечных сокращений и артериального давления при поднятии штанги не коррелировали с изменениями при беге на месте.

3. Приспособление ко многим спортивным нагрузкам зависит в значительной мере от общих функциональных способностей сердечно-сосудистой системы, которые отражаются в приспособлении к 1-минутному бегу на месте, выполненному в предельном темпе. Исключением является приспособление к кратковременным силовым нагрузкам, в частности к поднятию штанги.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мотылянская Р., Иванова М., Пульнин И., Стогова Л., Суркина И., Фатюгова Л. Сравнительный анализ реакции на повторные специфические и неспецифические нагрузки у спортсменов, занимающихся поднятием тяжестей. — Спортивная медицина. Труды XII юбилейного международного конгресса. М., Медгиз. 1959, стр. 73—75.
2. Летунов С. П., Граевская Н. Д., Лихачевская Е. Ф., Степанова Е. С. Методы определения и динамика развития тренированности спортсменов в процессе подготовки к ответственным соревнованиям. — Врачебные наблюдения за спортсменами в процессе тренировки. М., ФиС, 1963, стр. 5—20.
3. Розенблат В. В. Динамическая радиотелеметрия в спортивной медицине. — Физическая культура и здоровье, М., Медгиз, 1963, стр. 192—195.
4. Бутченко Л. А. Электрокардиография в спортивной медицине. М., Медгиз, 1963.

5. Виру А. А., Сильдмәэ Х. Ю. О возможности применения радиотелеметрии при определении функциональных способностей организма спортсмена. — Радиотелеметрия в физиологии и медицине. Свердловск, 1963, стр. 168—170.
6. Сильдмәэ Х. Ю. Об изменениях частоты сердечных сокращений у лыжниц на дистанции на основе телеметрических измерений. — Ученые записки Тартуского гос. университета, вып. 154, Тарту, стр. 21—29.
7. Виру А. А., Нурмекиви А. А., Омму Б. Г. К вопросу определения тренированности функциональными пробами. — Ученые записки Тартуского гос. университета, вып. 154, Тарту, 1964, стр. 3—20.
8. Оя С. М., Виру Э. А., Виру А. А. Изменения частоты сокращений сердца и артериального давления при плавании на 100 м с предельной и околопредельной скоростью. — Ученые записки Тартуского гос. университета, вып. 205, Тарту, 1968, стр. 44—53.
9. Виру А. А., Виру Э. А. К вопросу об участии коры надпочечников в приспособлении организма к большим тренировочным нагрузкам. — Ученые записки Тартуского гос. университета, вып. 154. Тарту, 1964, стр. 78—96.
10. Виру, А. А. К вопросу о развитии дискоординации между работоспособностью двигательного аппарата и приспособляемостью организма при утомлении. — Физиологические механизмы двигательных и вегетативных функций. М., ФиС, 1965, стр. 102—112.
11. Cornil, A., A de Caster, G. Copinschi, J.R.M. Franckson. Effect of muscular exercise on the plasma level of cortisol in man. — Acta endocr., 1965, t. 48, fasc. 1, стр. 163—168.
12. Варден Б. Л. ван дер. Математическая статистика. М., изд. «Иностранная литература», 1960.

SÜDAME LÕÖGISAGEDUSE JA ARTERIAALSE VERERÕHU MUUTUSTE KOOSKÖLAST SPORTLIKE PINGUTUSTE JA ÜHEMINUTILISE PAIGALJOOKSU SOORITAMISEL

A. Viru, S. Oja, H. Sildmää, E. Viru

Resümee

286 vaatlust Eesti NSV koondvõistkondade 166 liikmega näitas, et südame löögisageduse ja arteriaalse vererõhu muutused maksimaalses tempos sooritatud 1-minutilise paigaljooksu puhul on usutavas korrelatsioonis samade funktsioonide muutustega 100 m ujumisel ja võimlemisharjutuste sooritamisel, samuti ka muutustega sama katse sooritamisel pärast treeningkrossi 25 km distant sil ja pärast treeningmatši maadluses. Korrelatsioon tõstmisel toimuvate muutustega polnud statistiliselt usutav.

ON THE CORRELATION BETWEEN CHANGES OF HEART RATE AND ARTERIAL PRESSURE DURING SPORT EFFORTS AND DURING ONE-MINUTE RUNS ON THE SPOT

A. Viru, S. Oja, H. Sildmäe, E. Viru

S u m m a r y

286 observations were carried out on 166 members of the national teams of the Estonian S.S.R. The results show that the alterations of heart rate and arterial pressure during a one-minute run on the spot at the highest rate are in significant correlation with changes during swimming 100 m and gymnastics. A significant correlation was obtained also with changes during the same test carried out after a 25 km cross-country race and after wrestling. The correlation with changes during weight-lifting was insignificant.

ИЗМЕНЕНИЯ ЧАСТОТЫ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ И АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ ПРИ ПЛАВАНИИ НА 100 м С ПРЕДЕЛЬНОЙ И ОКОЛОПРЕДЕЛЬНОЙ СКОРОСТЬЮ

С. М. Оя, А. А. Виру, Э. А. Виру

Проблемная научно-исследовательская лаборатория по основам
мышечной деятельности человека

При нагрузках субмаксимальной интенсивности, несмотря на значительный кислородный запрос, потребление кислорода во время работы часто не достигает наивысших величин [1—3]. По-видимому, при таких видах нагрузки могут возникать условия, затрудняющие использование функциональных возможностей организма. Не исключено, что один из факторов, затрудняющих использование функциональных возможностей организма, связан с особенностями кровообращения в условиях работы субмаксимальной интенсивности. Исходя из этого представляется важным сопоставить изменения деятельности сердечно-сосудистой системы при нагрузках, которые относятся к группе субмаксимальной интенсивности, но отличающиеся в некоторой мере по мощности.

Методика наблюдений

Наблюдения проводились над 54 пловцами-перворазрядниками и мастерами спорта (31 женщина и 23 мужчины, возраст 15—28 лет) при плавании на 100 м в 25-метровом бассейне. После разминки исследуемые дважды проплыли дистанцию на 100 м. Первый раз предлагалось проплыть с непредельной скоростью, а второй раз (после 5-минутного интервала отдыха) с предельной скоростью. Как видно из таблицы 1, результат второго заплыва был

Таблица 1
Разница в скорости плавания

Время наблюдения	Пол	Кол-во наблюдений	Разница в сек. между результатами I и II заплывов		Разница в сек. между результатом II заплыва и личного рекорда исследуемого	
			М±m	σ	М±m	σ
Период соревнования	♂	14	12,6±4,1	5,1	6,1±0,3	1,1
Подготовит. период		16	12,5±1,5	6,0	6,7±0,6	2,3
Период соревнования	♀	20	11,4±0,8	3,6	6,3±0,4	2,0
Подготовит. период		21	9,6±1,0	4,4	7,5±0,7	3,1

**Изменения частоты сердечных сокращений и артериального
давления при плавании на 100 м**

Т а б л и ц а 2

Время наблюдения	Пол	Статист. показат.	Наивысш. частота серд. сокращ. (ударов в мин.)		Наивысш. уровень арт. давления (мм рт. ст.)		Суммарное кол-во сокращ. сердца в теч. 3 мин. после плав. (удар)		Площ. пульсов. давл. в течен. 3 мин. после плаван. (мм. рт. ст. X сек.)	
			Непре- дельн.	Пре- дельн.	Непре- дельн.	Пре- дельн.	Непре- дельн.	Пре- дельн.	Непре- дельн.	Пре- дельн.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Период соревнования	♂	M	161	184	192	207	351	402	18200	28900
		σ	10,5	11,4	26,8	26,1	49,4	49,5	6900	6600
		m	2,8	3,1	7,2	7,0	13,1	13,1	1800	1800
		d	23		15		51		10700	
		m _α	4,18		10,0		15,6		2550	
		t	5,5		1,5		3,3		4,2	
		p	<0,01		>0,05		<0,01		<0,01	
Подготовительный период	♂	M	162	183	199	209	357	393	20700	25200
		σ	15,8	10,5	25,5	24,5	50,9	34,6	6000	5100
		m	3,9	2,6	6,4	16,1	13,1	8,9	1500	1300
		d	21		10		36		4500	
		m _α	4,69		8,84		15,8		1990	
		t	4,5		1,13		2,28		2,26	
		p	<0,01		>0,05		<0,05		<0,05	
Период соревнования	♀	M	169	183	199	200	360	385	16100	21200
		σ	19,8	14,1	20,0	23,7	60,3	42,4	5000	7300
		m	4,3	4,0	4,4	5,3	13,4	9,4	1100	1600
		d	14		1		35		5100	
		m _α	5,24		6,89		16,3		1940	
		t	2,67		0,14		2,15		2,7	
		p	<0,02		>0,05		>0,05		<0,01	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Подготовительный период	♀	M	171	183	199	207	357	400	17930	22200
		σ	15,0	14,9	12,4	14,9	47,1	41,2	4540	5310
		m	3,3	3,3	2,8	3,3	10,5	9,2	1090	1180
		d	12		8		43		4270	
		m_{α}	4,66		4,32		14,0		1610	
		t	2,58		1,85		3,1		2,7	
		p	<0,02		>0,05		<0,01		<0,01	

Примечание: M — арифметическое среднее
 σ — квадратическое отклонение
m — средняя ошибка
d — разница между средними
 m_{α} — средняя ошибка разницы
t — t — критерия по Фишеру
p — степень вероятности

Таблица 3

Распределение изменений реакции при повышении скорости плавания

Время наблюдения	Пол	Наивысшая частота сердечн. сокращен.			Наивысший уровень арт. давления			Отношение между арт. давлен. и частоты серд. сокр.			Суммарное колич. сокр. сердца после плавания			Площадь пульсов. давл. после плавания		
		Уве-лич.	± 5	Уменьшение	Уве-лич.	± 5	Уменьшение	Уве-лич.	± 5	Уменьшение	Уве-лич.	± 5	Уменьшение	Уве-лич.	± 5	Уменьшение
Период соревнования	♂	14	0	0	8	4	2	3	2	9	13	1	0	12	1	1
Подготовительный период	♂	15	1	0	10	6	0	1	7	8	14	2	0	12	1	3
Период соревнования	♀	14	7	0	11	4	6	3	6	12	18	3	0	18	0	3
Подготовительный период	♀	15	5	0	7	8	5	6	2	12	16	4	0	17	1	2

на 15—18 сек. лучше, чем результат первого заплыва. Результат второго заплыва оказался на 4—10 сек. хуже личного рекорда исследуемого; что, очевидно, было обусловлено условиями эксперимента.

Частота сердечных сокращений регистрировалась непрерывно в течение всего наблюдения с помощью кардиотахографа (см. С. Оя [4]). До и после каждого заплыва в 6—8 раз в минуту измеряли артериальное давление по Короткову. Для этого, непосредственно после финиша, пловец поднимался с помощью экспериментаторов на борт бассейна, где сидел в течение всего интервала отдыха. Первое измерение артериального давления производилось не позднее 30 сек. после финиша. В подавляющем большинстве случаев во время первых измерений максимальное давление еще повышалось. Несмотря на затраченные 30 сек. удалось зафиксировать наивысший уровень артериального давления — вершину послерабочего подъема давления.

Результаты наблюдений

Как показано в таблице 2, плавание на дистанцию 100 м с предельной скоростью обуславливало более значительное учащение сердечной деятельности во время заплыва и более медленное восстановление частоты сердечных сокращений после заплыва по сравнению с плаванием на ту же дистанцию с непредельной скоростью. Однако, в реакции максимального артериального давления отсутствовала статистически существенная разница. При повышении скорости плавания увеличение реакции максимального давления наблюдалось лишь в 36 случаях из 71. В 13 случаях при плавании с предельной скоростью максимальное артериальное давление повышалось меньше, чем при плавании с непредельной скоростью (см. табл. 3) Отношение между наивысшими величинами артериального давления и частоты сердечных сокращений как в большинстве случаев, так и в среднем уменьшалось при повышении скорости плавания (см. табл. 4)

После плавания с непредельной скоростью в 61 случае минимальное артериальное давление оказалось пониженным по сравнению с исходным уровнем, причем, в 27 случаях выявлялся феномен т. н. бесконечного тона. В 10 случаях минимальное давление повышалось. После плавания с предельной скоростью случаи понижения и повышения минимального давления распреде-

Таблица 4

Отношение между наивысшими величинами артериального давления и частоты сердечных сокращений при плавании на 100 м

Время наблюдения	Пол	Непред. скорость	Пред. скорость
Период соревнования	♂	1,20	1,13
Период подготовит.	♂	1,23	1,14
Период соревнования	♀	1,18	1,09
Период подготовит.	♀	1,16	1,13

лялись таким же образом, но число случаев т. н. бесконечного тона увеличивалось до 46. При сопоставлении изменений минимального давления после плавания с предельной и непредельной скоростью выяснилось, что лишь в 6 случаях не отмечалось существенной разницы. В 33 случаях первые изменения артериального давления показали, что понижение минимального давления после плавания с предельной скоростью было более значительное, чем после плавания с непредельной скоростью, доходя в 22 случаях до явлений т. н. бесконечного тона (см. табл. 5). В наблюдениях, при которых уже после плавания с непредельной ско-

Таблица 5

Изменения реакции минимального артериального давления при повышении скорости плавания

Пол	Более значит. понижен.	Более длит. сохран. т. н. бескон. тона	Менее длит. сохран. т. н. бескон. тона	Повышен. вместо пониж. или более значит. повышение	Отсутствие существен. разницы
♂	16	7	0	1	6
♀	17	11	1	7	5
Всего	33	18	1	8	11

Примечание: Величина реакции минимального давления на плавание с предельной скоростью дана в таблице по сравнению величиной реакции минимального давления на плавание с непредельной скоростью.

ростью выявлялся т. н. бесконечный тон, после плавания с предельной скоростью он длился в 18 случаях дольше и лишь в 1 случае меньше, чем после первого заплыва. В последнем случае феномен т. н. бесконечного тона длился лишь 5 сек. и сменялся крутым повышением минимального давления до 110 мм рт. ст., напоминая реакцию повышения минимального давления. Если же первые измерения артериального давления выявили одинаковое понижение минимального давления после плавания с непредельной и предельной скоростью, то дальнейшее повышение минимального давления было после заплыва с предельной скоростью менее выраженное, чем после заплыва с непредельной скоростью. Если минимальное давление после плавания с непредельной скоростью оставалось повышенным, то при увеличении скорости плавания в 7 случаях наблюдалось его понижение, а в 3 случаях более выраженное повышение. В 5 случаях вместо понижения минимального давления после заплыва с не-

предельной скоростью наблюдалось его повышение после заплыва с предельной скоростью.

Пульсовое давление, судя по площади между кривыми максимального и минимального давления, как в большинстве случаев, так и в среднем повышалось при увеличении скорости плавания (см. табл. 2 и 3)

Таким образом, увеличение скорости плавания сопровождалось усилением реакции частоты сердечных сокращений, минимального и пульсового давления, но по изменениям максимального артериального давления составлялось три группы: 1) более значительное повышение его, 2) такое же повышение его и 3) менее значительное повышение его при плавании с предельной скоростью по сравнению с плаванием с непределной скоростью. При сопоставлении этих групп выявилось, что особенности изменений максимального артериального давления не были обусловлены разницей скорости плавания при первом и втором заплыве, а также не обуславливались разницей между временами плавания с предельной скоростью и личным рекордом исследуемого (см. табл. 6). Статистически существенное различие ($P < 0,05$) между группами отмечались у мужчин по разнице между рабочими уровнями частоты сердечных сокращений при заплывах с непределной и предельной скоростями. Поскольку частота сердечных сокращений во время плавания с предельной скоростью существенно не отличалась у исследуемых отдельных групп, то, очевидно, у III группы плавание с непределной скоростью вызывало более значительное учащение сердечной деятельности, чем у I группы. У женщин II и III группы зафиксирована более значительная реакция частоты сердечных сокращений при плавании с непределной скоростью, чем у I группы по суммарному количеству сокращений сердца в течение 3 мин. после плавания. В II и III группе наивысший уровень максимального артериального давления был после заплыва с непределной скоростью более высоким, чем в I группе. После заплыва с предельной скоростью наблюдалось обратное различие между этими группами по этому же показателю.

Распределение изменений реакций минимального артериального давления не выявило существенных различий между группами. Однако, в случаях менее значительного повышения максимального давления при увеличении скорости плавания все же обращает на себя внимание факт, что в 11 случаях из 13 наблюдалось более значительное и длительно сохранявшееся понижение минимального давления, доходя в 9 до феномена бесконечного тона.

Наблюдения, проведенные на разных этапах тренировки, не дали существенно различных результатов.

Сравнение групп по изменению реакции максимального артериального

давления на плавание при увеличении его скорости

Т а б л и ц а 6

Группа	Число случаев	Разница между частотами сердечных сокращений при заплывах с предельн. и не-предельной скоростью	Частота сердечных сокращений во время плавания с предельной скоростью	Разница между суммарными количествами сердечных сокращений при II и I заплывах	Суммарное количество сердечных сокращений после плавания с предельной скоростью	Наивысший уровень максим. давления после заплыва с не-предельной скоростью	Наивысший уровень максим. давления после заплыва с предельной скоростью	Разница между площадями пульсового давления после II и I заплывов	Площадь пульсового давления после плавания с предельной скоростью	Разница между временами I и II заплыва	Разница между временем II заплыва и личным рекордом исследуемого
I группа (более значительное повышение макс. давл.)	12 ± 3,4 18 14,4	182 ± 40 16,7	42 ± 6,1 25,7	371 ± 12,7 51,9	189 ± 4,4 18,2	214 ± 3,4 14,1	5200 ± 1100 4700	20600 ± 1400 5800	11 ± 1,0 4,1	7 ± 0,5 1,9	
II группа (одинаков. повышение макс. давл.)	12 ± 2,5 12 8,7	183 ± 3,4 11,8	44 ± 10,5 36,5	385 ± 11,1 38,7	202 ± 2,0 6,9	202 ± 2,2 7,6	5600 ± 1300 4500	23200 ± 1900 6000	10 ± 1,2 4,2	8 ± 0,6 3,3	
III группа (менее значительн. повышение макс. давл.)	15 ± 5,3 11 17,6	183 ± 4,1 13,4	21 ± 5,1 16,7	400 ± 13,3 43,9	212 ± 3,5 14,5	190 ± 7,7 25,3	2600 ± 1800 6100	24100 ± 2300 7700	10 ± 1,1 3,6	7 ± 0,4 1,2	
Разница между I—II группами	-1 ± 4,2 P > 0,05	-1 ± 5,3 P > 0,05	-2 ± 12,1 P > 0,05	-14 ± 16,9 P > 0,05	-13 ± 4,8 P < 0,02	12 ± 4,1 P < 0,01	-400 ± 1700 P > 0,05	-2600 ± 2400 P > 0,05	1 ± 1,5 P > 0,05	-1 ± 0,8 P > 0,05	
Разница между I и III группами	-3 ± 6,3 P > 0,05	-1 ± 5,7 P > 0,05	21 ± 7,9 P < 0,02	29 ± 18,4 P > 0,05	-23 ± 5,6 P < 0,01	24 ± 8,4 P < 0,01	2600 ± 2100 P > 0,01	-3500 ± 2700 P > 0,05	1 ± 1,4 P > 0,05	0 P > 0,05	

I группа (более значительное повышение макс. давл.)	24 ± 3,5 18 σ = 14,8	186 ± 2,5 10,5	50 ± 9,0 38,0	397 ± 12,2 51,2	191 ± 6,5 27,4	213 ± 5,7 23,9	10000 ± 1800 7400	26800 ± 6600 6700	13 ± 1,5 6,5	6 ± 0,5 2,1	
II группа (одинаковое повышение давл.)	17 ± 3,3 10 10,9	178 ± 4,1 13,0	46 ± 9,1 27,4	392 ± 13,9 41,5	204 ± 6,5 20,7	204 ± 6,8 21,7	4400 ± 2500 8000	27200 ± 1700 5500	11 ± 2,1 6,8	7 ± 0,5 1,5	
III группа (менее значительное повышение макс. давл.)	14 ± 0 2 7 ± 4,91	183 ± 0 8 ± 4,80	54 ± 4,3 4 ± 12,8	411 ± 9,4 5 ± 18,4	209 ± 1,4 -13 ± 9,2	175 ± 5,0 9 ± 8,87	6800 ± 7000 5600 ± 3100	31700 ± 2600 -400 ± 6800	10 ± 1,4 2,0	6 ± 0 2 ± 2,6	
Разница между I и II группами	P > 0,05	P > 0,05	P > 0,05	P > 0,05	P > 0,05	P > 0,05	P > 0,05	P > 0,05	P > 0,05	P > 0,05	
Разница между I и III группами	P < 0,01	P > 0,05	P > 0,05	P > 0,05	P < 0,05	P < 0,05	P < 0,01	P > 0,05	P > 0,05	P > 0,05	

Обсуждение результатов

При плавании с предельной скоростью наблюдалось более значительное учащение сердечной деятельности и более медленное восстановление частоты сердечных сокращений, более выраженные увеличение пульсового давления и реакция минимального давления, чем при плавании с непредельной скоростью. Однако более значительное повышение максимального артериального давления отмечалось всего лишь в 50% случаев. В 18% случаев повышение максимального давления было более выраженное после плавания с непредельной скоростью. Различные изменения реакции максимального артериального давления не зависят от разницы между скоростями двух заплывов, от разницы между заплывами на 100 м с предельной скоростью и с околопредельной скоростью и от разницей между временем заплыва и личным рекордом исследуемого.

Случаи незначительного повышения максимального артериального давления имели место при плавании с предельной скоростью тогда, когда плавание с околопредельной скоростью вызывало особенно значительные сдвиги. Это, очевидно, свидетельствовало о приближении предела, которым определяется функциональный резерв полноценных приспособительных реакций. В связи с этим запас неиспользованных функциональных способностей сердечно-сосудистой системы остался небольшим или же вообще отсутствовал. Так как увеличение мощности работы ведет к более значительному накоплению недоокисленных продуктов обмена, то периферическое сосудорасширяющее действие усиливается. Ограниченные возможности компенсации этого увеличением ударного объема ведут к менее значительному повышению максимального давления. Не исключена возможность, что этим в определенной мере ограничивается потребление кислорода во время работы субмаксимальной интенсивности.

С другой стороны, возможности увеличения мощности работы также не беспредельны. Между степенями совершенства двигательных качеств и функциональных способностей сердечно-сосудистой системы нет всегда строгого соответствия (5—13). Можно полагать, что при наличии такого соответствия, увеличение мощности работы не ведет к явлениям недостаточной компенсации расширения кровеносного русла. Эти явления могут возникать только при дискоординации в развитии двигательных качеств и функциональных способностей сердечно-сосудистой системы.

Вывод

Плавание на 100 м с предельной скоростью вызывает учащение сердечной деятельности, увеличение пульсового давления, значительное понижение минимального давления и более медленное восстановление, по сравнению с плаванием на ту же дис-

танцию с непределенной скоростью (разница между временами заплывов (5—18 сек). Однако реакция максимального артериального давления может при этом как увеличиваться, так и уменьшаться. Последнее наблюдается в случаях, когда плавание с непределенной скоростью требует обширной мобилизации функциональных способностей сердечно-сосудистой системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Milic-Emili, G., Cerretelli, P., Petit, J., Falconi, C. La consommation d'oxygène en fonction de l'intensité de l'exercice musculaire. — Arch. Internat. Physiol. et Biochem. 1959, vol. 67, nr. 1, стр. 10—14.
2. Волков Н. И. Потребление кислорода и содержание молочной кислоты в крови при напряженной мышечной работе. — Физиол. ж. СССР 1962, т. 48, № 3, стр. 314—320.
3. Oja, S., Sildmäe, H., Hanson, H., Viru, E., Viru, A. De l'utilisation des capacités aérobies de l'organisme au cours du travail de l'intensité différente. — 1-er Congrès Européen de Médecine sportive. Praha, 1963, стр. 35—36.
4. Оя С. О возможностях регистрации частоты сердца во время плавания. — Ученые записки Тартуского гос. университета, вып. 154, Тарту, 1964, стр. 109—112.
5. Степанова Е. С., Евдокимова М. М., Физическая подготовка метателей по данным врачебных исследований. — Проблемы врачебного контроля, т. V, М. ФизС. 1960, стр. 60—76.
6. Hansson, E., Viru, A., Sildmäe, H. Vereringenäitajate muutused kiiruslike ja kiiruslik-vastupidavuslike pingutuste puhul. — Eesti NSV IV vabariiklik teaduslik-metoodiline konverents kehakultuuri alal. Konverentsi ettekanded. Tallinn, 1961, стр. 46—54.
7. Кесарева Е. П. Развитие двигательных и вегетативных функций у детей при занятии спортом. — Материалы 7-ой научн. конф. по вопросам морфологии, физиологии и биохимии мышечной деятельности. М., 1962, стр. 132—133.
8. Коробков А. В. К вопросу о взаимодействии и компенсации двигательных и вегетативных функций. — Материалы 7-ой научн. конф. по вопросам морфологии, физиологии и биохимии мышечн. деятельности. М., 1962, стр. 144—146.
9. Зимкин Н. В. Особенности интеграции двигательных и вегетативных функций при сложных или значительных мышечных напряжениях. — Международн. научно-метод. конф. по проблемам спортивной тренировки. Врачебно-физиологическая секция. Доклады. М., 1962, стр. 9—15.
10. Viru, A. Kehaliste ja funktsionaalsete võimete vahelise diskoordinatsiooni tekke võimalusi sportliku tegevuse käigus. — Eesti NSV VI vabariiklik tead.-metoodiline konverents kehakultuuri alal. Konverentsi materjalid. Tartu, 1963, стр. 22—26.
11. Виру А. А. Об особенностях развития функциональных способностей сердечно-сосудистой системы у школьников средн. школы Эст. ССР. — Сборник докладов 4-ой научн. конф. Таллинского н/и ин-та по эпидемиологии, микробиологии и гигиены. Таллин, 1963, стр. 318—320.
12. Виру А. А., Виру Э. А., Оя С. М., Сильдмэя Х. Ю. О развитии функ. способностей сердечно-сосудистой системы при спортивной тренировке. — Материалы VIII научн. конф. по вопросам морфологии, физиологии и биохимии мышечной деятельности. М., ФизС. 1964, стр. 38—40.
13. Viru, A. A. Peculiarities in the development of the functional capacities of the cardiovascular system in physical training. — Abstracts of Intern. Congress of Sport Science, Tokyo, 1964, стр. 84—85.

SÜDAME LÖÖGISAGEDUSE JA ARTERIAALSE RÕHU MUUTUSED 100 M UJUMISEL MAKSIMAALSE JA SUBMAKSIMAALSE KIIRUSEGA

S. Oja, A. Viru, E. Viru

Resümee

71 vaatlust 54 ujujaga (meisteri- ja I järgu sportlased) näitasid, et 100 m ujumisel maksimaalse kiirusega on südametegevuse kiirenemine, pulsirõhu tõus ja minimaalse arteriaalse rõhu langus ulatuslikum ning taastumine aeglasem kui ujumisel submaksimaalse kiirusega (aegade vahe 5—18 sek.). Maksimaalne arteriaalne rõhk võib seejuures nii suurene da kui ka väheneda. Viimast täheldatakse neil juhtudel, kui ujumine submaksimaalse kiirusega põhjustab südameveresoonte süsteemi funktsionaalsete võimete eriti ulatusliku mobiliseerimise.

ALTERATIONS OF HEART RATE AND ARTERIAL PRESSURE DURING SWIMMING 100 METERS AT MAXIMUM AND SUBMAXIMUM SPEEDS

S. Oja, A. Viru, E. Viru

S u m m a r y

71 observations, carried out on 54 of the best Estonian swimmers showed, that when swimmers swam 100 m at maximum speed the heart rate and pulse pressure increased more, the minimum blood pressure decreased more and the recovery rate was slower than during swimming 100 m at submaximum speed. Reaction of maximum blood pressure did not increase in every case. If in cases of swimming at submaximum speed a large-scale mobilization of the functional capacities of the cardiovascular system was observed, during swimming at maximum speed the maximum blood pressure increased less than during swimming at submaximum speed.

ВЛИЯНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕЛА НА ДИНАМИКУ ИЗМЕНЕНИЙ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ И ЧАСТОТЫ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ ПОСЛЕ РАБОТЫ

Э. А. Виру

Проблемная научно-исследовательская лаборатория
по основам мышечной деятельности человека

В 1917 году Коттон и сотрудники [1] сообщили, что после работы, произведенной руками, следует волна повышения максимального артериального давления. То же самое выявилось после различных лабораторных и спортивных нагрузок (работа на велозргометре, бег, плавание, приседание, поднятие штанги, гимнастика) [2—7]. Непрерывная регистрация среднего артериального давления показала, что параллельно с волной повышения максимального давления протекает также волна повышения среднего давления [2—3]. Так как в подавляющем большинстве случаев вершина волны повышения артериального давления находится на второй половине первой минуты после работы [2—7], то становится понятным, почему эта волна наблюдается редко, если измерить артериальное давление лишь один раз в минуту [8—10]. Наличие же волны повышения артериального давления после работы нашло подтверждение в исследованиях некоторых исследователей [11, 12]. То же самое отмечалось при радио-телеметрической регистрации артериального давления во время спортивных нагрузок [13].

В ряде случаев волне повышения артериального давления предшествует кратковременный спад давления [2, 3, 5, 7, 13]. Это указывает на возможность перестроек кровообращения в связи с прекращением действия т. н. мышечного насоса. Для выяснения этого вопроса проводилось исследование влияния положения тела на динамику изменений артериального давления.

Методика наблюдений

Наблюдения проводили над 33 хорошо тренированными студентами (возраст 19—23 года, из них 4 студентки). Физической нагрузкой была 1-минутная работа на велозргометре, совершенная в предельном темпе. До, во время и после работы непрерывно регистрировали частоту сердечных сокращений [14]

и 6 раз в минуту измеряли артериальное давление по Короткову, используя для быстрого повышения давления в манжете специальный насос. Исследуемые подвергались этой нагрузке дважды. Один раз после окончания работы исследуемые оставались в сидячем положении на велоэргометре, а следующий раз они стояли 2—3 минуты. Дополнительно проводили еще 20 наблюдений, при которых с помощью манжеток, наложенных на бедра, непосредственно после окончания работы закрывали приток крови в нижние конечности (давление в манжетах поддерживалось на уровне 20—30 мм рт. ст. выше максимального артериального давления).

Результаты наблюдений

1-минутная работа на велоэргометре вызывала учащение сердечной деятельности до частоты $159 \pm 2,6$ ($\delta = 14,1$) ударов в мин. Максимальное артериальное давление повышалось во время работы до $148 \pm 3,5$ ($\delta = \pm 17,9$) мм рт. ст. Площадь, захваченная пульсовым давлением во время работы, составляла 2600 ± 200 ($\delta = \pm 1000$) мм рт. ст. x сек. Среднее квадратическое отклонение между данными первого и второго повторения этой нагрузки было по частоте сердечных сокращений $\pm 11,7$, по максимальному артериальному давлению $\pm 19,6$ и по площади пульсового давления ± 1300 .

После окончания работы наблюдалось (см. рис. 1) продолжающееся повышение максимального давления в положении сидя в 26 случаях, а в положении стоя всего лишь в 10 случаях. В 7 случаях в положении сидя и в 23 случаях в положении стоя послерабочему повышению максимального давления предшествовало его падение (соответственно на $15 \pm 3,4$ и $28 \pm 3,5$ мм

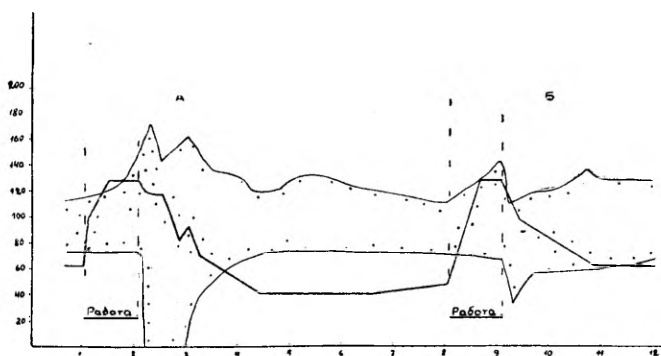


Рис. 1. Динамика изменений частоты сокращений сердца (сплошная линия) и артериального давления (максимальное давление — верхняя граница обозначенной точками площади, минимальное давление — нижняя граница этой площади) при 1-минутной работе на велоэргометре. Влево: испытуемый после работы в положении сидя. Вправо: испытуемый после работы в положении стоя.

рт. ст.) Как различие в распределении случаев, так и различие между средними амплитуды падения давления статистически существенные. У 7 исследуемых, у которых и в сидячем положении обнаруживалось падение максимального давления, стоя оно было более выражено, чем в положении сидя (на $13 \pm 4,2$ мм рт. ст.).

В положении сидя максимальное давление после работы повышалось до $184 \pm 5,4$ ($\delta = \pm 29,7$) мм рт. ст. В положении стоя в 29 случаях достигнутый уровень был на 5—60 мм рт. ст. ниже и в 3 случаях на 10—32 мм рт. ст. выше, чем в положении сидя у данного исследуемого. В 2 случаях различий не обнаружилось. Статистический анализ этих данных позволил заключить, что, как правило, в положении стоя имеет место менее выраженное послерабочее повышение максимального давления (на $20 \pm 3,2$ мм рт. ст.), чем в сидячем положении.

После окончания работы минимальное давление понижалось в 26 случаях в положении сидя и в 31 случаях в положении стоя. Минимальное давление повышалось в 7 случаях в положении сидя и в 2 случаях в положении стоя. Различия в распределении случаев не существенные.

В положении сидя в течение первых трех минут после работы сердце производило $346 \pm 9,6$ ($\delta = \pm 53,0$) ударов, а площадь пульсового давления составляла 17100 ± 1170 ($\delta = \pm 5270$) мм рт. ст. В положении стоя суммарное количество сокращений сердца в течение первых трех минут после работы в 29 случаях было больше и в 4 случаях меньше, чем в положении сидя. В среднем, в положении сидя было на $19 \pm 6,4$ ударов больше ($t = 2,98$; $P < 0,01$). Площадь пульсового давления в положении стоя в 25 случаях было на 900—11100 мм рт. ст. X сек. меньше и в 8 случаях на 600—7500 мм рт. ст. X сек. больше, чем в положении сидя.

Исключая непосредственно после окончания работы приток крови в нижние конечности при помощи жгута, наложенного на бедрах исследуемого, наблюдалось в положении стоя только в 2 случаях из 18 падение максимального артериального давления. В 16 случаях сразу после окончания работы отмечалось повышение максимального давления (см. рис. 2). Достигался уровень, который существенно не отличался от уровня, наблюдаемого после работы в положении сидя без жгутов. В положении стоя со жгутами максимальное давление повышалось после работы на $26 \pm 6,6$ мм рт. ст. больше, чем в положении стоя без жгутов ($t = 3,94$; $P < 0,01$). Однако более медленное восстановление частоты сокращений сердца сохранялось. Суммарное количество сокращений сердца в течение первых трех минут после работы в положении стоя со жгутами было на $36 \pm 13,5$ ударов больше, чем в положении сидя без жгутов ($t = 2,67$; $P < 0,02$).

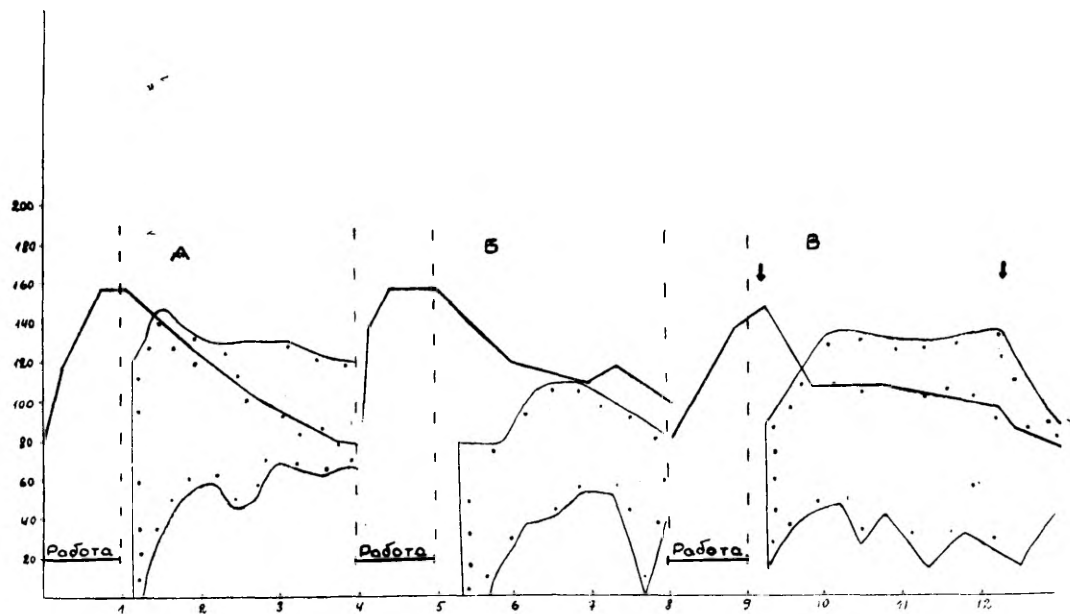


Рис. 2. Динамика изменений частоты сокращений сердца и артериального давления при 1-минутной работе на велоэргометре. Влево: испытуемый после работы в положении сидя. В середине: испытуемый после работы в положении стоя. Вправо: испытуемый после работы в положении стоя, но непосредственно после окончания работы на бедрах были наложены жгуты (моменты наложения и снятия жгутов указаны стрелками).

В положении стоя со жгутами в 16 случаях из 18 наблюдалось повышение минимального давления после окончания работы.

В двух наблюдениях приток крови в нижние конечности прекратился спустя 15 сек. после работы; т. е. на фоне падения максимального артериального давления. Повышение артериального давления оказалось небольшим как в положении стоя без жгутов.

После удаления жгутов (2—3 мин. после окончания работы) максимальное артериальное давление падало на $35 \pm 6,6$ мм рт. ст. и минимальное давление — на $34 \pm 6,6$ мм рт. ст. (см. рис. 2) Через $28 \pm 6,2$ сек. снова наступило небольшое повышение артериального давления.

Обсуждение результатов исследований

Полученные результаты показали, что положение тела существенно влияет на динамику изменений деятельности сердечно-сосудистой системы после физической нагрузки. При положении стоя обуславливалось кратковременное падение максимального артериального давления непосредственно после окончания работы, уменьшение послерабочего повышения артериального давления и, как это показал И. С. Шина [15], замедление восстановления частоты сердечных сокращений. Исключением из системы общего кровообращения нижних конечностей, указанные выше особенности динамики изменений артериального давления устранились. Очевидно, возникновение кратковременного падения артериального давления непосредственно после окончания работы, а также послерабочее повышение артериального давления, связаны с ортостатическими воздействиями на кровообращение. Ортостатические воздействия при отсутствии действия «мышечного насоса» и наличии расширенного кровеносного русла, могут обуславливать венозный застой крови в нижних конечностях, что, в свою очередь, ведет к падению артериального давления. Падение давления сравнительно быстро устраняется, по-видимому, активизацией соответствующих компенсаторных механизмов. Однако, условия, затрудняющие отток крови от конечностей, все же сохраняются. Об этом говорит менее значительное послерабочее повышение артериального давления в положении стоя, чем в положении сидя, так как такое различие устраняется предотвращением с помощью жгута переполнения нижних конечностей кровью. Об этом свидетельствуют и случаи гравитационного шока через 5—8 мин. после окончания работы [16—21], которые также можно было предупредить жгутированием нижних конечностей [17]. На сохранение расширенного кровеносного русла в нижних конечностях указывает значительное падение артериального давления, наблюдаемое при снятии жгута.

Следовательно, мало вероятно, что послерабочее повышение артериального давления связано с вазоконстрикцией в работающих мышцах. Причину повышения артериального давления надо искать в увеличении производительности сердца или в повышении тонуса более центральных сосудов.

Выключение из системы кровообращения работавших нижних конечностей, безусловно, сказывается отрицательно на общий ход восстановления. Как в исследовании Э. А. Мюллера [22], так и в наших наблюдениях, это отражалось в замедлении восстановления частоты сокращений сердца.

Выводы

1. Вертикальное положение тела способствует возникновению кратковременного падения артериального давления непосредственно после окончания работы, уменьшает амплитуду послерабочего повышения артериального давления и замедляет восстановление частоты сокращений сердца.

2. При исключении от общего кровообращения работавших нижних конечностей устраняется влияние вертикального положения тела на динамику артериального давления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Cotton, T. F., Lewis, T., Rapport, D. L. After-effects of exercise on pulse rate and systolic blood pressure in cases of "irritable heart." — Heart, 1917, vol. 6, стр. 269.
2. Эплер М., Виру А., Куррик Э. О динамике изменений частоты сердечных сокращений и артериального давления при комбинированной пробе Летунова. — III Республиканская научно-практическая конференция по вопросам спортивной медицины и лечебной физкультуры. Материалы докладов, Таллин, 1960, стр. 29—31.
3. Эплер М., Виру А., Куррик Э. О динамике изменений кровяного давления и ритма сердца при кратковременных физических нагрузках. — Конференция по вопросам физиологии спорта, Тбилиси, 1960, стр. 224—226.
4. Hansson, E., Viru, A., Sildmäe, H. Vereringenäitajate muutused kiiruslike ja kiiruslik-vastupidavuslike pingutuste puhul. — Eesti NSV IV vabariiklik teaduslik-metoodiline konverentsi keha kultuuri alal. Konverentsi ettekanded, Tallinn, 1961, стр. 46—54.
5. Виру Э. А., Оя С. М., Сильдмяз Ю. Х., Виру А. А. Об изменениях частоты сердечных сокращений и артериального давления при спортивных напряжениях. — Материалы VII конференции по физиологии, биохимии, и морфологии мышечной деятельности, Тарту, 1962, стр. 51—52.
6. Виру А. А., Нурмекиви А. А., Омму Б. Г. К вопросу определения тренированности функциональными пробами. — Ученые записки Тартуского государственного университета, выпуск 154. Труды по физкультуре, II, Тарту, 1964, стр. 3—20.
7. Виру А. А., Виру Э. А. К вопросу об участии коры надпочечников в приспособлении организма к большим тренировочным нагрузкам. —

- Ученые записки Тартуского государственного университета, выпуск 154. Труды по физкультуре, II, Тарту, 1964, стр. 78—96.
8. Летунов С. П. Врачебный контроль в свете задач клинической физиологии. — Проблемы врачебного контроля, т. 3, М., ФиС 1955, стр. 5—42.
 9. Летунов, С. П. Функциональное исследование сердечно-сосудистой системы у спортсменов. — Проблемы врачебного контроля, т. 3, М., ФиС, 1955, стр. 140—157.
 10. Лихачевская Э. Ф. Сравнительная характеристика динамических функциональных проб сердечно-сосудистой системы, используемых во врачебно-спортивной практике. Дисс. канд. мед. н., М., 1953.
 11. Синельников В. П. О качественной оценке «ступенчатой» реакции подъема максимального артериального давления. — Теория и практика физич. культ. 1962, т. 25, в. II, стр. 71—74.
 12. Мамардишвили Ш. А. К вопросу об интервальной тренировке. — Физиологические механизмы двигательных и вегетативных функций. М., ФиС, 1965, стр. 185—189.
 13. Masuda, M., Mihara, I. On the arterial blood pressure changes in exercise. — Abstracts of Papers Presented of Intern. Congress of Sport Sciences. Tokyo, 1964, стр. 63.
 14. Реэбен В. А., Унгер Ю. Р. Кардиотаксметр с записью интервалов. — Физиол. СССР, 1960, т. 46, стр. 356—366.
 15. Shiina, S., Hirata, Y., Hiepinia, K., Tsuchiva, S. Study on pulse-fluctuation after exercise. — Abstracts of Papers Presented of Internat. Congress of Sport Sciences. Tokyo, 1964, стр. 62.
 16. Seham, M., Egeren Seham, G. Physiology of exercise in children. Part 2. Study of collapse in normal children. — Am. J. of Diseases of Children, 1923, vol. 26, nr. 3, стр. 254—270.
 17. Mateef, D., Petroff, C. Gravitationsschock beim Menschen nach Muskelarbeit. — Ztschr. f. d. ges. exper. Med., 1932, Bd. 85, H. 1—2, стр. 115—141.
 18. Mateef, D. Der orthostatische Kreislaufkollaps — Gravitationsschock (gravity shock) — beim Menschen nach körperlicher Arbeit. — Arbeitsphysiol., 1935, Bd. 8, H. 5, стр. 159—606.
 19. Brogdon, E., F Hellebrandt, A. Post-exercise ortostatic collapse. — Am. J. Physiol., 1940, vol. 129, nr. 2, стр. 318.
 20. Mayerson, H. S. A cardiovascular «blackout» test. — J. Aviat Med., 1944, vol. 15, nr. 5, стр. 304—315.
 21. Вирю А. А. Особенности приспособления организма к физическим напряжениям в условиях соревнования. — Материалы 7-ой научной конференции по вопросам морфологии, физиологии и биохимии мышечной деятельности, 20—24 июня, Тарту, М., 1962, стр. 49—51.
 22. Müller, E. A. Regulation der Pulsfrequenz in der Erholungsphase nach ermüdender Muskelarbeit. — Intern. Z. angew. Physiol. 1955, Bd. 16, H. 1, стр. 35—44.

KEHA ASENDI MÕJU VERERÕHU JA SÜDAME LÕÖGISAGEDUSE TÖÖJÄRGSELE DÜNAAMIKALE

E. Viru

Resümee

33-l treenitud üliõpilasel registreeriti arteriaalse vererõhu ja südame löögisageduse muutused 1-minutilise töö sooritamisel veloergomeetril. Kui vaatlusalune pärast töö lõppu seisis, osutus tüüpiliseks esmalt järsk vererõhu langus. Järgnev vererõhu tõus oli väiksema ulatusega ja südame löögisageduse taastumine aeglasem kui juhtudel, mil vaatlusalune jäi veloergomeetrile istuma. Kui vahetult pärast töö lõppu vere juurdevool alajäsemetesse suleti reite žguteerimise teel, siis püstiasend enam ei põhjustanud lühiaegset vererõhu langust vahetult pärast töö lõppu ning vererõhu tööjärgne tõusuline oli sama ulatusega kui vaatlusaluse istumisasendis olles.

THE INFLUENCE OF BODY POSITION ON DYNAMICS OF BLOOD PRESSURE AND HEART RATE AFTER WORK

E. Viru

Summary

Observations carried out on 33 trained students revealed changes of arterial pressure and heart rate during and after one-minute work on a veloergometer. After cessation of work in a standing position blood pressure decreased at first and then rose. In a standing position the rise of blood pressure after work was less and recovery of heart rate slower than in a sitting position. When the flow of blood to the legs in a standing position was prevented by a bandage there was no decrease of blood pressure after cessation of work. The increase of blood pressure after work was then the same as in a sitting position.

К ВОПРОСУ ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЙ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ ПРИ ФИЗИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЯХ

Э. А. Виру

Проблемная научно-исследовательская лаборатория
по основам мышечной деятельности человека

Динамика изменений артериального давления во время физических нагрузок основательно разработана А. Хольмгреном (A. Holmgren [1]). Исследования последних лет указывают на наличие определенных особенностей в динамике артериального давления при переходе от работы к покою. В частности указывается на резкое понижение артериального давления при прекращении работы [1, 2, 3] и на послерабочее повышение давления [2, 3, 4, 5]. Целью данной работы является сопоставление особенностей динамики артериального давления при различных динамических циклических нагрузках и выявить взаимоотношения между изменениями во время работы и после ее.

Методика исследования

Наблюдения проводились над 13 студентами физкультурного факультета (возраст 19—22 года). Каждый исследуемый выполнял на велоэргометре 12 работ по 3—4 работы при каждом наблюдении, с 4—5-минутными интервалами отдыха. Длительность работ была 30 секунд, 1 минута, 3 минуты и 5 минут. При каждой длительности дозировали три варианта нагрузки: 1) легкая работа в медленном темпе (70W, 60 оборотов в мин.), 2) легкая работа в быстром темпе (110W, 90 оборотов в мин.), 3) тяжелая работа в медленном темпе (135W, 60 оборотов в мин.). В течение всего наблюдения с помощью кардиотохографа непрерывно записывалась частота сокращений сердца и 6—8 раз в минуту измерялось артериальное давление по Короткову, используя для быстрого создания давления в манжете специальный насос.

Результаты наблюдений

Исходный уровень максимального артериального давления до физических нагрузок был у исследуемых $123 \pm 1,41$ мм рт. ст. (квадратическое отклонение $\pm 8,9$) С самого начала нагрузки, а нередко уже после предварительной команды, наблюдалось

Изменения артериального давления при различных нагрузках

	Длительность работы	Наивысший уровень во время работы				Падения макс. давления непосредственно после работы			Повышение максимального давления после работы			Уровень артериального давления через 3 минуты после окончания работы					
		максимального давления		минимального давления		Число случаев	на мм рт. ст.		Число случаев	на мм рт. ст.		максимальное давление		минимальное давление			
		M±m	δ	M±m	δ		M±m	δ		M±m	δ	M±m	δ	M±m	δ		
легкая, медленная	30 сек	133±4,75	15,2	85±2,86	9,49	1	8		10	14±2,40	7,7	123±3,17	10,5	86±2,69	8,9		
легкая, быстрая	30 сек	141±3,25	11,7	89±3,12	10,00	2	16		10	18±2,40	7,7	130±2,59	9,1	90±2,97	10,4		
тяжелая, медленная	30 сек	151±4,47	16,1	87±4,93	17,80	5	17±4,04		9	13±1,67	5,0	127±2,88	10,4	88±1,80	6,5		
легкая, медленная	1 мин	145±2,03	7,3	92±1,80	6,48	5	13±2,50	5,5	7	12±2,42	5,8	125±3,41	12,0	88±1,71	6,0		
легкая, быстрая	1 мин	149±4,65	16,3	93±2,86	9,49	5	18±6,00	13,2	10	21±3,46	11,1	126±3,45	11,4	85±3,72	12,3		
тяжелая, медленная	1 мин	156±3,65	12,8	86±4,88	17,1	4	16±7,05	14,1	9	17±3,53	10,6	134±3,65	12,8	83±2,71	0,5		
легкая, медленная	3 мин	143±5,31	17,6	91±2,46	7,4	4	20±4,20	8,4	3	10±3,29	5,6	124±2,88	9,5	88±2,15	7,1		
легкая, быстрая	3 мин	182±5,41	17,9	94±2,15	7,1	10	27±3,60	11,5	1	14		132±4,60	15,2	82±2,15	7,1		
тяжелая, медленная	3 мин	181±8,50	27,2	95±6,50	18,2	7	35±5,41	14,1	3	16±6,22	10,6	139±3,59	11,5	93±2,94	9,4		
легкая, медленная	5 мин	153±3,54	12,4	92±2,11	7,4	8	16±3,95	10,7	2	13		123±2,86	10,0	90±3,11	10,9		
легкая, быстрая	5 мин	188±4,56	16,0	90±2,70	8,9	12	32±3,46	12,1	0			127±3,33	11,0	84±0,97	3,2		
тяжелая, медленная	5 мин	207±5,40	20,0	99±2,28	8,0	12	37±6,12	21,5	0			143±3,75	13,9	85±3,17	11,8		

Примечание: М — арифметическое среднее
 m — средняя ошибка
 δ — квадратическое отклонение

повышение максимального давления. В 20% случаев через $6 \pm 1,89$ сек. (квадратическое отклонение $\pm 10,0$) оно сменялось понижением давления на $10 \pm 1,68$ мм рт. ст. (квадратическое отклонение $\pm 8,9$) Затем повышение максимального давления продолжалось при работах длительностью 30 сек. и 1 мин. до окончания работы. Более длительные нагрузки показали, что повышение максимального давления продолжается также на второй и третьей минуте работы. В связи с этим, во время 3- и 5-минутных работ отмечались более высокие цифры артериального давления, чем во время 30-секундных и 1-минутных работ (см. табл. 1) При работах с равной длительностью выяснилось, что в медленном темпе выполненная тяжелая работа обуславливает существенно более значительное повышение артериального давления, чем легкая работа, выполненная в том же темпе. Существенные различия между уровнями артериального давления при легкой работе, совершенной в быстром темпе, и легкой работе, совершенной в медленном темпе, имели место только при 3- и 5-минутных нагрузках. При 3- и 5-минутных нагрузках в 28% случаев через 2 мин. $37 \pm 12,8$ сек. (квадратическое отклонение $\pm 62,8$) максимальное давление понижалось на $11 \pm 1,61$ мм рт. ст. (квадратическое отклонение $\pm 7,4$). После этого уровень максимального давления сохранялся до конца работы.

Изменения максимального артериального давления после окончания работы разделились на четыре группы:

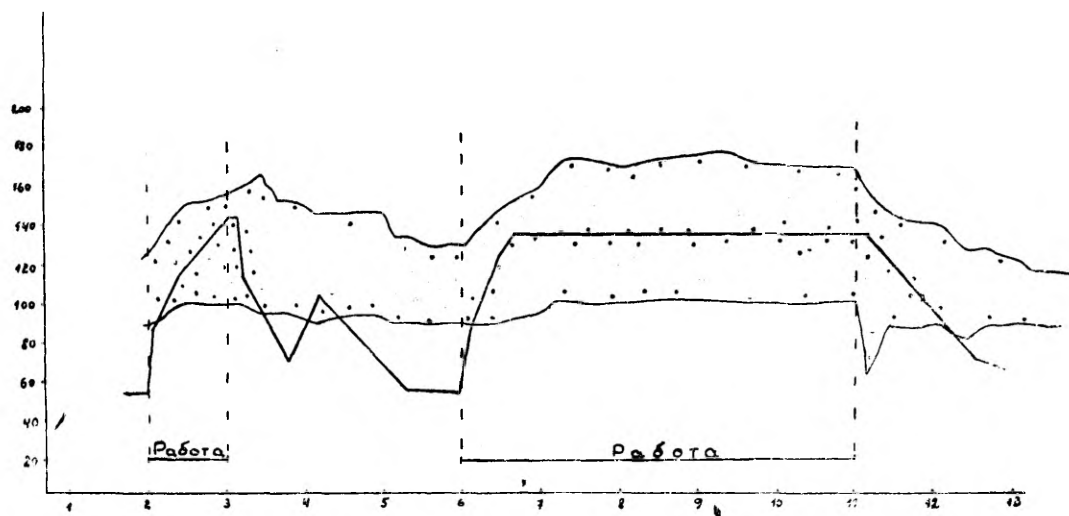
1) повышение давления продолжается в течение $32 \pm 2,73$ сек. (квадратическое отклонение $\pm 20,6$) и лишь после этого наступает постепенное понижение его (см. рис.);

2) в течение $11 \pm 1,53$ сек. (квадратическое отклонение $\pm 6,1$) максимальное давление падает на $12 \pm 1,56$ мм рт. ст. (квадратическое отклонение $\pm 6,25$), вслед за которым следует повышение давления выше уровня в конце работы;

3) в течение $17 \pm 1,61$ сек. (квадратическое отклонение $\pm 10,6$) максимальное давление резко падает, сменяясь небольшим повышением или постепенным понижением максимального давления (см. рис.);

4) постепенное понижение максимального давления.

Как видно из таблицы 2, первый вариант изменений, т. е. продолжение повышения давления после работы наблюдалось главным образом при нагрузках длительностью 30 сек. и 1 мин. При этом таблица Вардена [6] показывает, что вероятность возникновения послерабочего повышения максимального давления была выше 95% после 1) 30-секундных нагрузок, 2) 1-минутной легкой работы, выполненной в быстром темпе и 3) 1-минутной тяжелой работы. Вероятность отсутствия послерабочего повышения максимального давления была выше 95% при 5-минутных нагрузках. Как показано в таблице 3, послерабочее повышение максимального давления отсутствовало в тех случаях, когда во



Динамика изменений частоты сокращений сердца (сплошная линия) и артериального давления (максимальное давление — верхняя граница обозначенной точками площади, минимальное давление — нижняя граница этой площади) при 1-минутной и 5-минутной работе на велоэргометре.

Распределение различных вариантов динамики максимального артериального давления после разных нагрузок

Т а б л и ц а 2

Особенности динамики максимального артериального давления после работы	Нагрузки											
	легкая, медленная работы				легкая, быстрая работы				тяжелая, медленная работы			
	30 сек	1 мин	3 мин	5 мин	30 сек	1 мин	3 мин	5 мин	30 сек	1 мин	3 мин	5 мин
1) Продолжение повышения максимального давления после окончания работы	92%	47%	36%	25%	64%	59%	18%	0%	62%	64%	20%	0%
2) Первоначальное резкое падение и вслед за ним повышение максимального давления выше уровня давления в конце работы	8%	15%	9%	—	18%	25%	9%	18%	23%	18%	10%	0%
3) Первоначальное резкое падение и вслед за ним небольшое повышение максимального давления	—	8%	9%	33%	9%	8%	37%	27%	15%	0%	30%	64%
4) Первоначальное резкое падение и вслед за ним постепенное понижение максимального давления	—	8%	0%	9%	—	—	27%	37%	0%	0%	40%	22%
5) Постепенное понижение максимального давления	—	22%	46%	33%	9%	8%	9%	18%	0%	18%	0%	14%
	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Повышение максимального давления после работы до величин выше уровня в конце работы (1+2)	100%	61%	45%	25%	82%	84%	27%	18%	85%	82%	30%	0%
Резкое падение максимального давления непосредственно после окончания работы (2+3+4)	8%	31%	18%	42%	27%	33%	73%	82%	38%	18%	80%	86%

Таблица 3

Зависимость повышения максимального артериального давления
после работы от уровня давления в конце работы

Исследуемый	Характер нагрузки	Длительность работы							
		30 сек.		1 мин.		3 мин.		5 мин.	
		Макс. давл. в конце работы (мм рт. ст.)	Повышение после работы (на мм рт. ст.)	Макс. давл. в конце работы (мм рт. ст.)	Повышение после работы (на мм рт. ст.)	Макс. давл. в конце работы (мм рт. ст.)	Повышение после работы (на мм рт. ст.)	Макс. давл. в конце работы (мм рт. ст.)	Повышение после работы (на мм рт. ст.)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кс	легкая, медленная	115	+ 8	152	—	128	+ 5	130	+4
	легкая, быстрая	140	+14	138	+ 6	170	—	160	—
	тяжелая, медленная	150	+24	130	+18	150	+12	192	—
Ус	легкая, медленная	148	+ 2	146	+28	142	—	140	—
	легкая, быстрая	145	+14	140	+27	188	—	180	—
	тяжелая, медленная	142	+15	162	+22	180	—	180	—
Лс	легкая, медленная	110	+13	138	+ 6	127	+ 6	180	—
	легкая, быстрая	146	+18	140	+30	198	—	190	—
	тяжелая, медленная	138	+24	142	+16	210	—	228	—
Эп	легкая, медленная	132	+22	142	+15	—	—	143	—
	легкая, быстрая	142	—	—	—	—	—	190	—
	тяжелая, медленная	143	+ 6	170	+14	—	—	194	—
Лу	легкая, медленная	140	+14	145	—	150	—	150	—
	легкая, медленная	150	—	130	+23	140	+35	190	—

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		тяжелая, медленная	148	+10	160	+ 8	—	—	230	—
		тяжелая, медленная	—	—	—	—	—	—	200	—
Ky		легкая, медленная	135	+18	130	—	144	—	140	+10
		легкая, быстрая	144	+10	140	+23	190	—	180	—
		тяжелая, медленная	130	+10	162	—	210	—	170	—
Po		легкая, медленная	134	+18	150	—	140	+10	140	—
		легкая, быстрая	—	—	172	—	180	—	170	—
		легкая, быстрая	—	—	152	+12	—	—	—	—
		тяжелая, медленная	170	—	157	+ 8	190	—	200	—
Ут		легкая, медленная	140	+20	145	+11	178	—	160	—
		легкая, быстрая	140	+24	160	+20	166	+15	190	—
		тяжелая, медленная	148	+16	160	+26	182	+ 8	178	—
Ют		легкая, медленная	142	+ 6	145	+10	140	—	152	—
		легкая, быстрая	160	+ 9	175	+ 8	213	—	200	—
		тяжелая, медленная	154	+ 8	152	+30	230	—	212	—
Вр		легкая, медленная	152	+ 8	145	+ 2	138	+ 2	130	—
		легкая, быстрая	130	+14	120	+14	150	+ 2	178	—
		тяжелая, медленная	140	+16	170	—	180	—	200	—
Ла		легкая, медленная	—	—	150	—	140	—	149	+17
		легкая, медленная	—	—	149	+10	—	—	—	—
		легкая, быстрая	143	+28	135	+10	170	—	—	—
		тяжелая, быстрая	—	—	—	—	—	—	—	—
		тяжелая, медленная	180	—	—	—	210	+ 6	228	—
		тяжелая, медленная	176	+ 2	—	—	—	—	230	—
Ko		легкая, медленная	115	+14	135	+18	130	+18	150	—
		легкая, быстрая	140	—	150	—	162	+ 4	172	—
		тяжелая, медленная	130	+10	+58	+10	162	—	200	—

время работы наблюдалось значительное повышение максимального давления. Такая закономерность неизменно имела место в 25 случаях из 36. По Вардену [6] вероятность этой закономерности 98%.

Ни амплитуда послерабочего повышения максимального давления (см. табл. 1), ни время достижения наивысшего уровня давления не зависела от характера и длительности произведенной работы.

Резкое падение максимального давления наблюдалось непосредственно после окончания работ, выполненных в быстром темпе, а также после тяжелых работ чаще, чем после работ, выполненных в медленном темпе, или легких работ (см. табл. 2).

Исходный уровень минимального давления был $83 \pm 1,44$ мм рт. ст. (квадратическое отклонение $\pm 9,1$) В начале работы минимальное давление или не изменялось, или повышалось до уровня 85—99 мм рт. ст. (см. табл. 1). Существенные различия между отдельными нагрузками при этом отсутствовали. На второй минуте работы минимальное давление устанавливалось на относительно стабильный уровень. В отличие от этого в 11 случаях при тяжелой работе и при работе, выполненной в быстром темпе на 3-ей или 4-ой минуте работы минимальное давление падало до «бесконечного тона».

После окончания работы наблюдались случаи повышения и понижения минимального давления. Случаи повышения минимального давления наблюдались, главным образом, после легкой работы, выполненной в медленном темпе. При более напряженных нагрузках доминировали случаи понижения минималь-

Таблица 4

Распределение различных вариантов изменений минимального давления после разных нагрузок

Характер работы	Длительность работы	Повышение минимального давления	Понижение минимального давления	В том числе феномен бесконечного тона
Легкая, медленная	30 сек	42%	58%	8%
Легкая, быстрая	30 сек	10%	90%	40%
Тяжелая, медленная	30 сек	31%	69%	23%
Легкая, медленная	1 мин	62%	38%	0%
Легкая быстрая	1 мин	16%	84%	42%
Тяжелая, медленная	1 мин	0%	100%	42%
Легкая, медленная	3 мин	45%	55%	0%
Легкая, быстрая	3 мин	10%	90%	80%
Тяжелая, медленная	3 мин	0%	100%	80%
Легкая, медленная	5 мин	50%	50%	17%
Легкая, быстрая	5 мин	8%	92%	67%
Тяжелая, медленная	5 мин	0%	100%	79%

Таблица 5

Частота сокращений сердца (ударов в мин) во время различных нагрузок

Характер работы	Длительность работы							
	30 сек		1 мин		3 мин		5 мин	
	$M \pm m$	s	$M \pm m$	s	$M \pm m$	s	$M \pm m$	s
Легкая, медленная	$113 \pm 3,64$	12,0	$112 \pm 3,11$	10,9	$103 \pm 4,34$	13,8	$109 \pm 5,43$	19,0
Легкая, быстрая	$132 \pm 3,94$	13,0	$136 \pm 4,06$	13,0	$142 \pm 4,79$	15,8	$150 \pm 5,15$	17,0
Тяжелая, медленная	$131 \pm 2,57$	8,9	$143 \pm 3,68$	12,9	$149 \pm 3,56$	11,4	$159 \pm 3,28$	11,8

ного давления, причем, чем длительнее была работа, тем чаще отмечалось понижение минимального давления до т. н. «бесконечного тона».

Анализ данных частоты сокращений сердца (см. табл. 5) показал, что учащение сердечной деятельности во время легкой работы, выполненной в медленном темпе, менее значительно, чем во время других нагрузок. Хотя во время тяжелой работы объем совершенной работы был больше, чем во время легкой работы, выполненной в быстром темпе, то различие между средними частотами сокращений сердца было не существенным. При тяжелой работе отмечалась зависимость между длительностью работы и частотой сокращений сердца.

При 3- и 5-минутных работах выявилось, что за резким падением максимального давления не следует волна повышения, тогда как во время работы наблюдалось относительно небольшое учащение сердечной деятельности и значительное повышение максимального давления. Разница между цифровыми значениями максимального давления и частотой сокращений сердца в конце работы составляла $49 \pm 4,35$, а в случаях наличия волны повышения максимального давления после падения — $31 \pm 2,43$ (вероятность различия 99%)

Обсуждение результатов

Полученные данные о динамике максимального давления во время работы согласуются с динамикой интра-артериального давления, описанной А. Хольмгреном [1]. Наблюдаемое нами в начале работы понижение артериального давления рассматривается А. Хольмгреном как типичное явление. Он объясняет это рефлекторным понижением периферического сопротивления. Небольшое понижение максимального артериального давления, наблюдаемое через 2—4 минуты работы, связано, по мнению А. Хольмгрена, с вазодилатацией кожи, возникающей в целях терморегуляции.

Данные наших наблюдений подтвердили, что при напряженной работе длительностью 3—5 минут переход от работы к мышечному покою связан с резким падением артериального давления. В положении стоя это падение особенно значительно [3], что позволяет предполагать наличие связи данного явления с расстройством венозного оттока крови от работающих мышц в связи с прекращением действия т. н. «мышечного насоса». Если цифровые значения максимального артериального давления и частоты сокращений сердца были в конце работы близки, то вслед за резким падением максимального давления наступала волна повышения его. Последней не наблюдался в случаях, когда во время работы высокий уровень артериального давления сопро-

вождался относительно низкой частотой сокращений сердца. По-видимому, при менее благоприятном приспособлении во время работы, после ее окончания необходимо сохранять высокий уровень артериального давления в течение определенного отрезка времени. С этой целью активизируются соответствующие компенсаторные механизмы, в результате чего возникает волна повышения максимального давления.

После 30-секундных и 1-минутных работ волна повышения максимального давления наблюдалась без предварительного падения давления. При более длительных нагрузках уже во время работы отмечалось повышение максимального давления до более высоких величин, чем после окончания 30-секундных и 1-минутных работ. Следовательно, послерабочее повышение максимального артериального давления невозможно связывать с воздействием факторов, которые во время работы могли препятствовать значительной мобилизации функций сердечно-сосудистой системы.

Послерабочее повышение максимального давления выше уровня, отмечаемого во время работы, возникает, главным образом, в тех случаях, когда в течение периода работы максимальное давление не успело повышаться до адекватного к данной нагрузке уровня (см. рис.). Следовательно, послерабочее повышение максимального давления обусловлено медленно протекающими процессами вработывания.

Повышение минимального давления после работы обыкновенно рассматривается как признак несовершенного приспособления. Данные настоящей работы указывают на значение степени мобилизации деятельности сердечно-сосудистой системы. Повышение минимального давления отмечалось у студентов-физкультурников, главным образом, при небольших нагрузках. При повышении напряженности нагрузки оно сменялось аускультаторным феноменом понижения минимального давления и появлением т. н. «бесконечного тона».

Выводы

1. Причина продолжения повышения максимального артериального давления после окончания работы заключается, прежде всего, в медленно протекающих процессах вработывания.

2. При напряженных работах, во время которых достигается адекватный уровень артериального давления, переход от работы к мышечному покою связан с резким падением артериального давления.

3. У тренированных людей после небольших нагрузок можно отметить повышение минимального давления, которое при повышении напряженности нагрузки сменяется аускультаторным феноменом понижения минимального давления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Holmgren, A. Circulatory changes during muscular work in man with special reference to arterial and central venous pressures in the systemic circulation. — Scand. J. Clin. Lab. Invest., 1956, vol. 8 suppl. 24.
2. Эплер М. А., Виру А. А., Куррик Э. А. О динамике изменений кровяного давления и ритма сердца при кратковременных физических нагрузках. — Конф. по вопросам физиол. спорта, Тбилиси, 1960, стр. 224—226.
3. Виру Э. А. Влияние положения тела на динамику изменений артериального давления и частоты сердечных сокращений после работы. — Ученые записки Тартуского гос. унив., вып. 205, 1968, стр. 54—61.
4. Синельников В. П. О качественной оценке «ступенчатой» реакции подъема максимального артериального давления. — Теория и практика физическ. культ., 1962, т. 25 в. II, стр. 71—74.
5. Мамардашвили Ш. А. К вопросу об интервальной тренировке. — Физиологические механизмы двигательных и вегетативных функций. М., ФиС, 1965, стр. 185—189.
6. Варден Б. Л. ван. Математическая статистика. М., Изд. иностр. лит., 1960.

VERERÖHU MUUTUSTE DÜNAAMIKA ERINEVA INTENSIIVSUSEGA TÖÖ PUHUL

E. Viru

Resümee

13 Kehakultuuriteaduskonna üliõpilast sooritasid veloergomeetril 12 töökoormust, mis erinesid kestuse (30 sek.—5 min.), raskuse ja kiiruse poolest. Töö ajal registreeritud vererõhu dünaamika ühtis A. Holmgreni [1] poolt kirjeldatuga. Pärast töö lõppu jätkus maksimaalse vererõhu tõus, kui töö ajal (peamiselt 30-sekundilised — 1-minutilised tööd) ei jõutud saavutada antud koormusele adekvaatset arteriaalse rõhu taset. 3—5-minutilisele tööle järgnes järsk vererõhu langus.

DYNAMICS OF BLOOD PRESSURE DURING AND AFTER EXERCISES OF DIFFERENT INTENSITY

E. Viru

Summary

12 exercises of different load, rate and duration (30 sec.—5 min.) were performed on a veloergometer by 14 students of physical culture. The dynamics of blood pressure obtained during the work was the same as in the investigation carried out by A. Holmgren [1]. After the cessation of exercise the systolic blood pressure rose in cases when during work (30 sec.—1 min.) there was a lack of time for increase of blood pressure to the adequate level. After cessation of intensive exercises lasting for 3—5 minutes blood pressure rapidly decreased.

ИЗМЕНЕНИЯ ЧАСТОТЫ СОКРАЩЕНИЙ СЕРДЦА И АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ ПРИ ПОДНЯТИИ ШТАНГИ

А. А. Виру, С. М. Оя, Э. А. Виру

Проблемная научно-исследовательская лаборатория по основам
мышечной деятельности человека

При поднятии штанги в течение весьма небольшого отрезка времени производится работа, вызывающая такой кислородный запрос [1], что характеризует нагрузку максимальной интенсивности. При этом, как правило, выполнение упражнений сопровождается натуживанием, что позволяет более эффективно выполнять мышечное усилие, но одновременно затрудняет работу сердца. Всем этим создаются своеобразные условия деятельности сердечно-сосудистой системы. Однако исследований, посвященных изучению этого вопроса, не много [2—12].

Отдельные упражнения классического троеборья — жим, рывок, толчок — имеют свои характерные особенности, которые могут в определенной мере сказываться и на деятельности сердечно-сосудистой системы. Целью данной работы является сопоставление изменений частоты сокращений сердца и артериального давления при выполнении отдельных видов классического троеборья и изучение динамики их изменений.

Методика исследования.

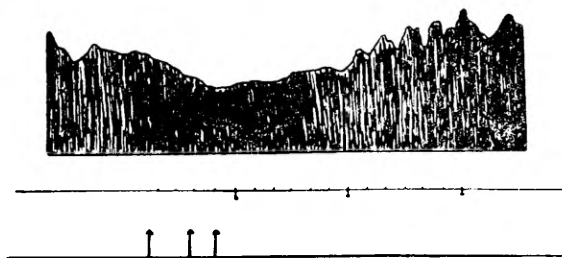
Исследования проводились над 12 лучшими штангистами Эстонской ССР (1 мастер спорта, 9 перворазрядников и 2 спортсмена 2-го разряда). После разминки исследуемому прикрепляли электроды кардиографа и в сидячем положении регистрировали исходные данные. По команде экспериментатора исследуемый вставал и подходил к штанге, вес которой был 80% от личного рекорда исследуемого в данном виде троеборья. После выполнения упражнения исследуемый немедленно садился и измерения артериального давления продолжались с частотой 6—8 раз в минуту. Первые данные об уровне артериального давления после упражнения получали не позднее 10—15 сек. после окончания упражнения. Запись R—R интегралов ЭКГ проводилась непрерывно с помощью кардиотахографа в течение всего наблюдения. Через 2-минутные интервалы отдыха исследуемый выполнял по одной попытке все упражнения троеборья — жим, рывок, и толчок.

Результаты наблюдений

Полученные непрерывные кардиотахографические записи выявили следующую картину динамики изменений частоты сокращений сердца. Начиная с момента подачи команды экспериментатором, сокращения сердца учащались, что в 58% случаев неизменно продолжалось во время подхода к штанге и выполнения упражнения. В 42% случаев до начала упражнения (спустя 6—14 сек. после подачи команды) наблюдалась волна замедления сердечной деятельности (на 6—15 ударов в минуту), которая продолжалась 3—8 секунд. Уровень частоты сокращений сердца, соответствующий наиболее коротким R—R интервалам до упражнения, был до жима $112 \pm 4,48$ (квадратное отклонение $\pm 14,8$), до рывка $117 \pm 3,84$ ($\pm 12,7$) и до толчка $113 \pm 4,05$ ($\pm 13,4$) ударов в минуту. Различия между данными, зарегистрированными до выполнения отдельных упражнений троеборья, статистически не существенны.

С началом упражнения учащение сокращений сердца еще нарастало, но наивысший уровень частоты сокращений сердца наблюдался не во время упражнения, а через 3—7 секунд после окончания его. Наибольшая частота сокращений сердца отмечалась в 11 случаях из 12 при толчке и в 1 случае при рывке. В среднем при толчке деятельность сердца учащалась до $144,7 \pm 2,54$ ударов в минуту, существенно отличаясь ($P < 0,05$) от данных, полученных при жиме и рывке (соответственно $134,0 \pm 4,04$ и $133,8 \pm 2,38$, см. табл.).

Наивысший уровень частоты сокращений сердца оставался после окончания работы неизменным в 3 случаях 3—5 секунд и в одном случае даже 20 секунд. В остальных 32 случаях ритм деятельности сердца с окончанием работы становился реже. Кри-



Изменения длительностей сердечного цикла при поднятии штанги. Каждая вертикальная линия обозначает R—R интервалы ЭКГ (на оригинале 1 мм соответствует 0,02 сек.). Стрелками указаны моменты подачи команды экспериментатором, захватывания руками штанги и присаживания на стул после опускания штанги. Время размечено по 5 секунд.

вая восстановления частоты сокращений сердца имела изменчивый характер. По мере понижения частоты 'сокращений сердца восстанавливались и усиливались дыхательная аритмия и т. н. длинные волны длительностей сердечного цикла, которые обусловили волнообразный характер кривой. Если же не обращать внимания на дыхательные волны и волны длительностью 6—10 секунд, то можно было обнаружить периодические изменения градиента понижения частоты сокращений сердца. Под градиентом понижения частоты сокращений сердца мы понимаем отношения понижения частоты (выраженного в количестве ударов в минуту) и времени (выраженного в секундах). В 3-х случаях после жима и толчка и в 4-х случаях после рывка восстановление начиналось наивысшим градиентом понижения частоты. В 3-х случаях соответствующий период длился 37—50 секунд, и, несмотря на относительно небольшие величины градиента — 1,4—1,9 ударов в секунду, в конце этого периода достигалась исходная частота сокращений сердца. В остальных 7 случаях период наивысшего градиента продлился 5—17 секунд. В это время градиенты были относительно большие — 2,0—5,6 ударов в секунду — но из-за небольшого отрезка времени, восстановления не произошло, а продолжалось периодами неизменности частоты или меньших градиентов.

В большинстве случаев понижение частоты сердечных сокращений не начиналось наивысшим градиентом. Последний был отмечен лишь на второй половине первой минуты восстановления и ему предшествовали и следовали периоды небольших градиентов, которые длились 5—36 секунд. Величины наивысших градиентов у отдельных исследуемых варьировали с 1,4—5,0 ударов в секунду.

В начале второй минуты восстановления частота сокращений сердца стабилизировалась на уровне 58—95 ударов в минуту. Суммарное количество сокращений сердца, совершенных в течение двух минут восстановления, не отражало существенных различий в общей скорости восстановления после жима, рывка или толчка (см. табл.).

В течение первых 30 секунд после поднятия штанги максимальное артериальное давление повышалось, достигая наивысшего уровня через 15—70 секунд после окончания упражнения, в среднем $37,0 \pm 5,37$ секунд после жима, $35,8 \pm 5,45$ секунд после рывка и $34,6 \pm 4,26$ секунд после толчка (различия между средними статистически не существенны). Наиболее высокое артериальное давление наблюдалось в 5 случаях после жима, в 2 случаях после рывка, в 3 случаях после толчка. В 2 случаях эти величины были одинаковы после жима и толчка. Между средними величинами наивысшего уровня артериального давления при отдельных упражнениях существенных различий не было (см. табл.) К концу второй минуты восстановления максималь-

ное артериальное давление понижалось в большинстве случаев на 10—50 мм рт. ст. от достигнутого наивысшего уровня. В четырех случаях достигнутый высший уровень максимального давления сохранялся до конца второй минуты. Между характеристикой динамики восстановления частоты сокращений сердца и динамики изменений максимального уровня не отмечалось сопряженности.

По сравнению с исходным уровнем, минимальное артериальное давление оказалось пониженным непосредственно после жима в 7 случаях, неизменным в 4 случаях, повышенным в 1 случае, после рывка пониженным в 7 случаях, неизменным в 5 случаях и после толчка во всех 12 случаях пониженным. Феномен бесконечного тона отмечался лишь у одного исследуемого после всех трех упражнений. Средний уровень минимального давления после отдельных упражнений был почти одинаковый — $61,7 \pm 8,06$, $62,1 \pm 8,73$ и $61,9 \pm 8,21$ мм рт. ст. Дальнейшие измерения выявили постепенное повышение минимального артериального давления. В среднем через 1 мин. $17 \pm 11,8$ секунд после жима, через 1 мин. $19 \pm 10,2$ секунд после рывка и через 1 мин. $20 \pm 8,1$ секунд после толчка наблюдалась вершина повышения минимального давления, превышавшая в 90% случаев исходный уровень. Средние величины как наивысшего уровня, так и уровня минимального давления в конце второй минуты восстановления не выявили существенных различий между данными, полученными после выполнения отдельных упражнений троеборья (см. табл.)

Обсуждение результатов

Сопоставление изменений частоты сокращений сердца при отдельных упражнениях классического троеборья показывает, что выполнение толчка, связанного с подъемом наиболее тяжелой штанги, сопровождается наиболее значительным ускорением деятельности сердца. Различия между наивысшими частотами сокращения сердца, зарегистрированным при жиме и рывке оказались не существенными. Это согласуется с данными А. Н. Крестовникова (4), И. Маха и В. Селигера (5) и М. Б. Казакова (11). Только С. Э. Ермолаев (3) в 1937 году сообщил, что наибольшее учащение сердечной деятельности имеет место при рывке. Однако С. Э. Ермолаевым были отмечены более низкие частоты сердечных сокращений, чем в наших исследованиях и в работах других авторов (4, 5, 11). Это указывает на наличие существенных различий в контингенте исследуемых и весе штанги, или же в методике исследования.

Несмотря на значительное учащение сокращений сердца при толчке, полученные нами данные не свидетельствовали о наличии различий в реакции артериального давления на отдельные виды троеборья. Это согласуется данными М. Б. Казакова (11)

Показатель	Жим		Рывок		Толчок	
	М±м	δ	М±м	δ	М±м	δ
Частота сокращений сердца (ударов в мин.)	134±4,04	13,4	134±2,38	8,3	145±2,54	8,8
Пульс-сумма восстановления (ударов)	181±7,51	24,0	182±6,53	22,6	188±7,22	25,0
Наивысший уровень максимального артериального давления (мм. рт. ст.)	176±5,45	18,9	171±3,84	13,3	170±5,84	20,2
Его время от окончания упражнения (сек.)	37±5	18,6	36±5,45	18,9	35±4,26	14,9
Максимальное давление 2 мин. после упражнения (мм рт. ст.)	148±4,65	15,9	149±5,04	17,5	145±5,13	18,0
Минимальное давление непосредственно после упражнения (мм. рт. ст.)	62±8,06	27,9	62±8,73	30,2	62±8,21	28,4
Наивысший уровень минимального давления (мм. рт. ст.)	92±2,64	9,2	95±2,26	7,8	90±3,48	12,1
Его время от окончания упражнения (сек.)	77±11,8	40,7	79±10,2	35,2	70±8,1	28,1
Минимальное давление 2 мин. после упражнения (мм. рт. ст.)	89±1,73	6,01	92±2,36	8,35	86±4,98	17,3

о реакции максимального давления у тяжелоатлетов II и III разряда. Средние данные, полученные М. Б. Казаковым у высоко-тренированных спортсменов свидетельствуют о наличии более значительной реакции максимального давления в толчке, чем на жиме и рывке (5, 11).

Как механокардиографические исследования (12), так и данные, полученные ацетиленовым методом (9) показывают двоякие изменения систолического объема после поднятия штанги. У более подготовленных штангистов систолический объем преимущественно повышается, а у менее подготовленных — в начале понижается и лишь к 5—10 минутам после окончания работы, он становится выше исходных величин. Так как упруго-вязкие свойства сосудов эластического и мышечного типов не снижаются, а наоборот, нарастают при силовых упражнениях (12), то значительное усиление кровообращения при толчке в наших наблюдениях было обусловлено, по-видимому за счет частоты сокращений сердца, или же повышение систолического объема

-сосудистой системы при поднятии штанги

Разница жим-рывок			Разница жим-толчок			Разница рывок-толчок		
d±md	t	P	d±md	t	P	d±md	t	P
0	— —		-11± 4,78	2,20<0,05		-11± 3,38	3,10<0,01	
-1±9,25	0,10>0,9		- 7±10,44	0,70>0,4		- 7± 9,74	0,88>0,5	
5±6,67	0,75>0,4		- 6± 7,99	0,75>0,4		1± 6,99	0,14>0,9	
1±7,65	0,13>0,9		- 2± 6,86	0,33>0,7		1± 6,92	0,12>0,9	
-1±6,86	0,14>0,9		3± 6,92	0,43>0,6		4± 7,91	0,57>0,5	
0	— —		0	— —		0	— —	
-3±3,48	0,88>0,4		2± 4,37	0,49>0,6		5± 4,15	1,22>0,2	
-2±15,6	0,13>0,9		- 3±14,3	0,21>0,8		-1±13,0	0,08>0,9	
-3±2,75	1,09>0,3		3± 5,27	0,56>0,5		6± 5,51	1,09>0,3	

было компенсировано значительным понижением периферического сопротивления. Одинаковая скорость восстановления частоты сокращений сердца после отдельных упражнений свидетельствует о том, что возможные неблагоприятия реакции со стороны систолического объема были при толчке достаточно компенсированы усиленной реакцией частоты сокращений сердца. Но, тем не менее, такое неэкономное отношение в мобилизации функций сердечно-сосудистой системы, соответствующее по М. Б. Казакову (11) тяжелоатлетам II и III разряда, указывает на недостаточную подготовку в этом отношении лучших эстонских штангистов.

Полученные данные о динамике изменений частоты сокращений сердца и артериального давления при поднятии штанги в общих чертах соответствует динамике, наблюдаемой при кратковременных интенсивных динамических нагрузках (13, 14, 15).

Выводы

1. Динамика изменений частоты сокращений сердца и артериального давления при поднятии штанги соответствует динамике наблюдаемой при кратковременных интенсивных динамических нагрузок.

2. Характер мобилизации функции сердечно-сосудистой системы при толчке отличается от ее характера при рывке и жиме.

ЛИТЕРАТУРА

1. Корякина А. Ф. Газообмен при поднятии максимальных грузов. Дисс., Л., 1948.
2. Котов Г. И. К материалам по изучению влияния тяжелой атлетики на организм занимающихся. — Теория и практика физич. культ., 1927, № 4.
3. Ермолаев, С. Э. Физиологическая характеристика гиревого спорта. Дисс., Л., 1937.
4. Крестовников А. Н. Физиология спорта. М.—Л., ФиС., 1939.
5. Мах И., Селигер В. Изменения в сердечно-сосудистой системе при поднятии тяжестей. — Теория и практика физич. культ., 1957, т. 20, вып. 9, стр. 710—714.
6. Бутченко Л. А. Электрокардиографические наблюдения при тренировках с повышенными нагрузками. — Вопросы методики врачебного контроля при тренировках с повышенными нагрузками. М., 1958, стр. 18—38.
7. Савина Н. В. Гемодинамические изменения при тренировках с повышенными нагрузками. — Там же, стр. 39—58.
8. Мотылянская Р., Иванова М., Пулькина И., Стогова Л., Суркина И., Фатюгова Л. Сравнительный анализ реакции на повторные специфические и неспецифические нагрузки у спортсменов, занимающихся поднятием тяжестей. — Спортивная медицина. Труды XII юбилейного международного конгресса спортивной медицины. М., Медгиз, 1959, стр. 73—75.
9. Воробьев, А. Н. Исследование минутного и систолического объема сердца во время выжимания штанги. — Теория и практика физич. культ., 1961, т. 24, вып. 12, стр. 921—923.
10. Казаков М. Б. Врачебный контроль в тяжелой атлетике. М., ФиС., 1961.
11. Казаков М. Б. Врачебные наблюдения за тяжелоатлетами. — Врачебные наблюдения за спортсменами в процессе тренировки. М., ФиС., 1963, стр. 185—192.
12. Васильева В. В. Приспособительные реакции органов кровообращения при мышечной деятельности. — Материалы VIII науч. конф. по вопросам морф., физиол. и биохимии мышечной деятельности. М., ФиС., 1964, стр. 32—33.
13. Виру А. А. К вопросу об изменениях времен пульса при работе перед соревнованиями. — II Респ. научно-методическая конф. вузов Эстонской ССР по физической культуре. Материалы докладов. Тарту, 1959, стр. 11—16.
14. Эплер М. А., Виру, А. А., Куррик Э. А. О динамике измерений кровяного давления и ритма сердца при кратковременных физических нагрузках. — Конф. по вопросам физиологии спорта, Тбилиси, Изд. АН Груз. ССР, 1960, стр. 224—226.
15. Зимкин Н. В., Разумов С. А. О характере изменений длительности сердечных циклов при мышечной работе. — Физиологические механизмы двигательных и вегетативных функций, М., ФиС, 1965, стр. 94—102.

SÜDAME LÖÖGISAGEDUSE JA VERERÖHU MUUTUSED TÕSTMISEL

A. Viru, S. Oja, E. Viru

Resümee

Uuring 12 Eesti NSV parema tõstjaga näitas, et tõukamine põhjustab ulatuslikuma südametegevuse kiirenemise kui surumine ja rebimine. Süstoolse vererõhu tõusus aga puudusid olulised erinevused, mis viitab olulistele iseärasustele südametegevuse mobiliseerimises erinevate tõsteharjutuste sooritamisel. Taastumise kulus polnud olulisi erinevusi erinevate harjutuste vahel.

Südame löögisageduse ja vererõhu dünaamika tõstmisel oli analoogiline dünaamikaga lühiaegsete intensiivsete dünaamiliste harjutuste sooritamisel.

CHANGES IN HEART RATE AND BLOOD PRESSURE IN WEIGHT-LIFTING

A. Viru, S. Oja, E. Viru

S u m m a r y

An investigation carried out with twelve of the best weight-lifters of the Estonian S.S.R. showed that a clean and jerk calls forth a more extensive speed-up of the heart rate than a press or a snatch. Significant differences in the increase of the systolic blood pressure, however, were lacking, which points to significant peculiarities in the mobilization of cardiac activity while carrying out exercises in weight-lifting. There were no essential differences between the various kinds of exercises in the course of recovery.

The dynamics of the heart rate and the blood pressure in weight-lifting were analogous to those of the performance of intensive dynamic exercises of short duration.

SÜDAMETEGEVUSE DÜNAAMIKAST INTERVALLMEETODI RAKENDAMISEL JOOKSJATE TREENINGUS

A. Pisuke

Kergejõustiku kateeder

Kaasaja treeningumetoodikas etendab intervallmeetod kesket osa teiste meetodite kõrval. Kuigi ei saa õigeks lugeda selle meetodi ainupooldajate seisukohti, ei saa kaugeltki nõustuda selle meetodi täieliku ignoreerimisega (E. van Aaken [1])

Tuntud spordifüsioloogide ja -spetsialistide arvates (Nöcker, Reindell, Nett, Gerschler jt. [2]) ei saavutata ilma intervalltreeninguta maailmaklassi tagajärgi; maailma jooksuspetsialistide 1964. a. Duisburgi kongressil jõuti aga seisukohale, et tänapäeval kindlustab edu võistlustel üksnes kompleksne, kõiki põhilisi treeningumetodeid oskuslikult ühendav treening [3]. Kuid rõhutame veel kord — intervallmeetod omab võrdväärset kohta teiste meetodite kõrval. Siit tuleneb ka vajadus käsitleda viimast uurimistöö objektina. Uurimus on vajalik ka seetõttu, et vaatamata rohketele kirjutistele intervallmeetodi kohta puuduvad küllaldased eksperimentaalsed tööd selles valdkonnas. Lahtisi küsimusi on palju, kusjuures ka juba uuritud küsimustes kohtame maailma mastaabis erinevaid ja vahel ka vasturääkivaid seisukohti. Nii on juba meetodi terminoloogias ja selle lahtimõtestamises erinevused, mille üksikasjalik analüüs ei kuulu käesoleva töö ülesandesse.

Märgime vaid, et käesolevas töös käsitletakse intervallmeetodit kui korduvat tegevust, sealhulgas ka jooksu mitteküllaldase puhkepausiga, kusjuures üksikkoormuste arv, intensiivsus ja puhkepausid on ette kindlaks määratud. Viimati märgitud komponentidest on kõige raskem leida «mitteküllaldast puhkepausi». Prof. Reindell, Roskamm, Gerschler jt. soovivad lähtuda südame löögisagedusest, kusjuures lähteandmeiks antakse järgmised soovitused:

1. Puhkepausi pikkus intervalltreeningus tavaliselt 45—90 sek.

2. Üksikkoormuse kestus maksimaalselt 1 minut.

3. Üksikkoormuse tugevus selline, et pausi lõpul oleks pulsisagedus 120—130 lööki minutis [4].

Koormuse lõpul tõuseb aga löögisagedus 180—190 löögini minutis [5].

Treeningukoormuse doseerimist südame löögisageduse järgi soovitavad paljud spordispetsialistid (Nett, Gerschler, Donath, Stampfl jt.), kuid selle põhjendamisel viidatakse vaid üksikutele autoritele. Kodumaises kirjanduses on sellele küsimusele samuti vähe tähelepanu pühendatud.

Käesolevas töös võeti eesmärgiks vaadelda südametegevuse dünaamikat intervallmeetodi kasutamisel erineva ettevalmistusega nais- ja meessportlaste treeningus (peamiselt jooksjad), et saada eeskätt ülevaadet, millistes piirides toimuvad südame löögisageduse muutused kindla töö puhul, ja mõningaid lähteandmeid treeningukoormuse doseerimiseks, lähtudes südame löögisagedusest.

Metoodika

Vaatlusi viidi läbi kahes seerias: laboratooriumis ja staadionil vastavalt märtsi- ja juuni-juulikuul 1965. a.

Laboratoorsesel vaatlusel kasutati 30-sekundilist maksimaalsele tempole ligilähedast põlvetoštejooksu paigal 2-minutilise puhkepausiga. Üksikkoormuste arv — 8. 30-sekundilist põlvetoštejooksu (põlv tõuseb vähemalt 90° võrra) võib võrrelda 200 m jooksuga rajal (keskmise võistluskiirusega). Korduste arv vastab ligikaudu madalama kvalifikatsiooniga keskmaajooksjate treeningus kasutatavale korduste arvule.

Südame löögisagedust registreeriti nii põlvetoštejooksu kui ka puhkeintervalli ajal, samuti enne jooksu ning 3 min. vältel peale viimase üksikkoormuse lõpetamist. Registreerimiseks kasutati Tartu Riiklikus Ülikoolis valmistatud kardiotahhograafi. Aparaaadi esimesed mudelid registreerivad kümograafil aeglaselt liikuvale paberlindile EKG R—R-intervalli püstjoontena, millele vastavat südame löögisagedust on kohe võimalik välja arvutada. Osas vaatlustes kasutatud uusim mudel registreerib löögisageduse kohe pideva joonena, kusjuures selle aluseks on samuti EKG R—R-intervalli kestus.

Paralleelselt südame löögisagedusega registreeriti puhkeintervalli ajal vererõhku Korotkovi järgi 3—6 korda minutis. Samme loeti selleks kohaldatud numeraatori abil.

Vaatlused laboratooriumis viidi läbi 18 I—III järgu TRU keskmaajooksjaga (11 naist ja 7 meest).

Välistingimustes viidi vaatlused läbi 23 TRU üliõpilasega, kusjuures keskmaajooksjate kõrval uuriti ka seitset TRU Kehakultuuriteaduskonna üliõpilast, kes tegelesid vastupidavust nõudvate spordialadega (suusatamine, jalgrattasport) ning omasisel neil aladel I või meistrijärku. Viimased startisid põhiala kõrval ka keskmaajooksudes.

Koormusena kasutati 8×200 m lõikude läbimist intervallmeetodil 800 m jooksu keskmise võistluskiirusega. Taolisele koormusele annavad positiivse hinnangu P. S. Vassiljev, N. I. Volkov, N. N. Lavrentjeva [6]. Keskmise võistluskiiruse arvutamiseks kasutati jooksupraktikas käibel olevat tabelit [7]. Praktiliselt esines kõrvalekaldumisi keskmisest võistluskiirusest, kuna jooksjad ei tunnetanud alati hästi tempot (seda eriti esimese jooksulõigu osas). Kuid 1—2-sekundiline kiiruse kõikumine esineb tihti ka võistlustel, kus

esimesed 200 m sageli läbitakse kiiremini, mistõttu südame-vereringesüsteem on osaliselt kohanenud niisuguse töö algusega.

Enne treeningut, pärast iga üksikkoormust ning puhkepausi lõpus registreeriti südame löögisagedus palpatoorselt ja osaliselt ka EKG R—R-saki põhjal väljaarvutatud südame löögisageduse registreerimise teel.

EKG registreeriti vahetult peale lõigu läbimist TRU eksperimentaaltöökogas konstrueeritud pulkelektroodide abil.

Palpatoorselt registreeriti löögisagedus vahetult peale iga löiku 10 sekundi vältel. Igal lõigul registreeriti selle läbimise kiirus.

Vaatlustele eelnes standardne 15—20-minutiline eelsoojendus

Tulemused

Laboratoorsed vaatlused

Laboratoorsetel vaatlustel ületas 72% -l vaatlusalustest tööjärgne löögisageduse maksimaalne tase 170 lööki minutis (4-1 juhul üle 190 löögi minutis). Seega on 95% -lise tõenäosusega võimalik lugeda antud koormusele iseloomulikuks südame löögisageduse tõusu üle 170 löögi minutis, mis viitab kasutatud koormuse tugevale mõjule südame-vereringesüsteemile. Suurim löögisagedus saavutati üksikute jooksjate poolt esmakordselt järgmistel üksikkoormustel:

Tabel 1

Suurima löögisageduse esinemise juhud

Üksikkoormused	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Naised	—	1	1	3	—	1	1	4
Mehed	—	—	1	—	2	2	—	2

Siinjuures lähevad meie andmed lahku Š. A. Mamardašvili andmetest, kes sai suurima löögisageduse intervalltöö lõpus [8].

Mees- ja naisjooksjate südame suurima löögisageduse statistiline analüüs näitab, et üksikväärtuste jagunemise põhjal arvutatud χ^2 kriteeriumile vastav $P > 0,05$. Seega jaotuvuse erinevuse tõenäosus on väiksem kui 95% ja järelikult erinevus pole usutav.

Minutis 170 löögi tase ületati aga üksiktöödel järgmiselt:

Tabel 2

Üksikkoormused	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Naised	0	3	6	7	6	7	5	7
Mehed	0	2	2	4	4	3	3	3
Kokku:	0	5	8	11	10	10	8	10
Registreerimata jäi	1	—	—	—	—	—	2	1

Ülaltoodud statistiline analüüs näitab, et ka siin on mitte-usutav erinevus 170 löögi piiri ületamise juhtude jaotuvuses nais- ja meesvaatlusaluste südame löögisageduses ($P > 0,05$).

Tabelist nähtub, et alates 3.—4. tööst saavutatakse suhteliselt kõrge südame löögisageduse tase, mis säilib põhiliselt intervalltöö lõpuni.

9-l juhul (s. o. 50%) saavutati enam-vähem stabiilne pulsisagedus peale 4. tööd, 7-l juhul aga juba alates 1.—2. tööst. Viimaste puhul torkab silma aga eelsoojendusega saavutatud suhteliselt kõrge tööeelne pulsisagedus (100—120 lööki minutis).

Suurim löögisagedus saavutati 66% vaatlusaluste puhul mittevarem kui 5. töö juures, ülejäänud vaatlusalused saavutasid selle taseme 2.—4. üksikkoormuse järel.

Antud vaatlusseeriast võib järeldada, et südame-vereringesüsteem saavutab oma optimaalse tööseisundi põhiliselt 2. ja 5. üksikkoormuse vahel.

Jälgides sammude sagedust ja pulsisagedust üksikkoormuste järel, ei saa sellest kindlat seaduspära tuletada. Nais- ja meesjooksjate keskmine sammude arv näitab tõusutendentsi intervalltöö lõpupoole. 50% vaatlusalustest saavutasid maksimaalse sammude arvu 7.—8. tööl (teatav analoogia lõpuspurdiga). Meesjooksjate keskmine sammude arv ületab naisjooksjate oma 117 sammu võrra (vastavalt 939 ± 27 ja 822 ± 26). Enam kui 95%-lise tõenäosusega võime väita, et erinevus nais- ja meesjooksjate sammude arvus on usutav. Viimast tuleb oletatavasti ühendusse viia meesjooksjate suuremate kehaliste võimetega. Märgime siinjuures, et jooksualast ning üldkehalist ettevalmistust võiks lugeda mõlemal rühmal enam-vähem võrdseks (osaliselt oli naisjooksjail isegi parem ettevalmistus). Suuri erinevusi üksikute jooksjate sammude arvus tuleb ilmselt ühendusse viia südame-vereringe ja tugi-liikumisaparaadi funktsionaalsete võimete kõrval eriti põlveste jooksu sooritamise tehnikaga jm.

Jälgides puhkepausi lõpu pulsisagedust näeme, et ainult ühel juhul ületatakse intervalltööks soovitatud pulsisagedus (120—130 lööki minutis). Viimasel juhul on ilmne organismi kohanematus intervalltreeninguga (eelnevas treeningus ei ole seda kasutatud).

66%-l vaatlusalustest saavutas pulsisagedus puhkeintervalli lõpul kindla nivoo — 110—130 lööki minutis piiril, ülejäänud vaatlusalustel on kas pidev tõusutendents või sageduse ulatuslik kõikumine.

50%-l vaatlusalustest saavutati enam-vähem ühtlane nivoo peale neljandat tööd.

6 juhul saavutas pulsisagedus 120—130 löögi piiri juba 60 sekundi möödumisel tööst, mis antud juhul oleks viimastele sobivaks puhkepausiks intervalltreeningul. 90-sekundiline puhkepaus vastas 66% vaatlusaluste võimetele.

Jälgides südame löögisageduse dünaamikat esimesel ja teisel puhkeminutil näeme, et esimesel minutil alaneb pulss mitu korda enam kui pausi teisel minutil. Toome näiteks 4 vaatlusaluse töö lõpu ja 60"-lise pausi lõpu löögisageduse diferentsi ning 60"-lise pausi ja 120"-lise pausi lõpu diferentsi; samuti nende diferentside jagatise $\left(\frac{P_0 - P_{60''}}{P_{60''} - P_{120''}} = V\right)$ (vt. tabel 3)

Tabel 3

Üksikkoormused Vaatlusalused	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
M. M.	$\frac{42}{7} = 6$	$\frac{32}{8} = 4$	$\frac{25}{11} = 2,2$	$\frac{24}{8} = 3$	—	$\frac{25}{10} = 2,5$	$\frac{29}{19} = 1,3$	$\frac{45}{18} = 2,5$
R. A.	$\frac{33}{20} = 1,6$	$\frac{33}{12} = 2,7$	$\frac{31}{10} = 3,1$	$\frac{32}{17} = 1,9$	$\frac{29}{11} = 2,6$	$\frac{35}{5} = 7$	$\frac{35}{10} = 3,5$	$\frac{39}{10} = 3,9$
L. V	$\frac{45}{23} = 1,9$	$\frac{50}{13} = 3,9$	$\frac{45}{15} = 3$	$\frac{55}{12} = 4,5$	$\frac{55}{5} = 11$	$\frac{55}{5} = 11$		
A. L.	$\frac{56}{7} = 8$	$\frac{61}{10} = 6,1$	$\frac{49}{10} = 4,9$	$\frac{45}{8} = 5,6$	$\frac{45}{5} = 9$	$\frac{47}{6} = 7,8$	$\frac{61}{12} = 5$	$\frac{43}{20} = 2,1$

Intervallitöö lõpul mõõdetud kolmanda puhkeminuti jooksul alanes aga pulss 1—12 löögi võrra, jäädes 103—127 löögi piiridesse.

Et saada ülevaadet, milline on erinevus palpatoorsel meetodil (loeti tavaliselt löögisagedust 10 sek. vältel vahetult peale tööd) saadud löögisageduste ning objektiivsemate meetodite rakendamisel (antud juhul kardiotahhograaf) saadud näitajate vahel, võrreldi laboratoorsetel vaatlustel vahetut tööjärgset ning 10-sekundilise puhkepausi järgset pulsisagedust. 3-l juhul täheldati 10. sekundil suuremat pulsisagedust kui vahetult peale tööd, 12-l juhul 18-st kõikus erinevus 1—20 löögini alanemise suunas. 3-l juhul oli erinevus suurem. Suurim langus oli 36 lööki 10 sek. vältel.

Seega suuremal osal vaatlusalustest on järelikult palpatoorsel teel mõõdetud pulsisagedus madalam kui vahetu tööjärgne tase (enamikul juhtudel 2—23 löögi võrra). Andmete statistiline läbitöötamine näitas, et palpatoorsel meetodil saadud südame löögisagedus, mõõdetud 10 sek. vältel vahetult peale tööd oli oletatavasti keskmiselt $8 \pm 1,9$ ($\delta = 8,22$) löögi võrra väiksem objektiivsemate meetodite abil saadud südame tööjärgsest löögisagedusest. Seega, kui palpatoorsel meetodil saadakse löögisagedus üle 180 löögi minutis, on viimane vahetult peale tööd enamikul juhtudel tegelikult suurem, mis kinnitab väidet, et antud piiril on

tegemist väga kõrge löögisagedusega. Siit võiks järeldada, et ülemiseks n.ö. «kriitiliseks» piiriks palpatoorsel lugemisel saadud löögisageduseks võiks lugeda 170—180 lööki minutis.

Intervalltööle järgneval 3-minutilisel taastumisperioodil loetud pulsilöökide koguarv (nn. taastumispulsi summa — TPS) 15-l vaatlusalusel kõikus 386—532 löögi piirides, kusjuures naisjooksjate keskmine TPS oli suurem meesjooksjate omast (vastavalt $445 \pm 16,5$ ja $411 \pm 2,45$ l/min.). Nais- ja meesjooksjate vaheline TPS-i erinevus on 93%-liselt tõenäoline ja on seega ligilähedane usutavuse piirile. Et aga naisjooksjate poolt kogu intervalltöö vältel sooritatud sammude koguarv oli tunduvalt väiksem meesjooksjate omast, võib eeldada, et intervalltreening esitab naise organismile suuremaid nõudmisi kui mehe organismile.

Sooritatud sammude arvu ja TPS-i vahel esines mitteusutav seos ($r=0,120$).

Arteriaalse vererõhu dünaamika jälgimisel näeme, et maksimaalse vererõhu väärtused kõiguvad 2'-lise puhkepausi vältel 100—214 mm Hg piires, minimaalne rõhk kõigub aga 0—118 mm Hg piires.

Suurim maksimaalne vererõhk registreeriti vaatlusalusel esmakordselt järgmiste üksikkoormuste järel:

Tabel 4

Maksimaalne vererõhk peale üksikkoormusi

Üksikkoormused Vaatlusaluste arv	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
18	6	1	3	4	0	2	2	0

Tabelist nähtub, et selle esimesse poolde mahub suurima maksimaalse rõhu juhtude arvust ligikaudu 78%, teisele poolele vaid 22%, s. t. treeningu esimesel poolel ületab maksimaalne rõhk tunduvalt treeningu teise poole maksimaalse rõhu.

Missugustes piirides kõigub aga üksikkoormuste järgsetel puhkepausidel arteriaalne rõhk, seda näitab allpool toodud tabel.

Tabelis 5 toodust näeme, et 81%-l vaatlusalustest ulatub maksimaalse arteriaalse rõhu tõus 140—180 mm Hg-ni, kusjuures siia rühma kuulub suurem osa enam treenitud sportlastest. Üle 180 mm Hg rõhutasemega sportlased olid meie vaatlustest kõik vähem treenitud jooksuks ning vähem kohanenud intervalltreeninguga.

Eespool märgitud tabelist nähtub samuti, et vererõhu tõus oli treeningukoormuse teisel poolel väiksem. Vererõhu ja korduste arvu vahel ilmnnes tugev negatiivne korrelatsioon ($r=-0,759$). Võrreldes aga omavahel 2. ja 8. koormust, näeme 2-l juhul esinenud suuremat vererõhu tõusu pärast 8. koormust

Tabel 5

Maksimaalse arteriaalse rõhu tase üksikkoormuste-järgsetel puhkeintervallidel

Üksikkoormused Maksimaalse rõhu tase. mm Hg	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	Kokku juhte	3' pea- le tööd
101—120									0	4
121—140					2	1	2	4	9	10
141—160	5	7	7	7	7	8	7	8	56	1
161—180	10	7	8	8	8	8	7	4	60	2
181—200	3	3	2	2	—	—	1	2	13	—
201—220	—	1	1	1	1	1	—	—	5	—
Kokku	18	18	18	18	18	18	17	18	143	17

võrreldes tõusuga pärast 2. koormust, mis ei võimaldanud tõestada erinevuste statistilist usutavust aritmeetilistes keskmistes. See ühtlasi näitab, et väsimine ei olnud tüüpiline kõigile vaatlusalustele. Enamikul juhtudel viitab aga tabel sellele, et antud koormus on seotud väsimusele iseloomuliku vererõhu reaktsiooni kahanemisega [9, 10, 11, 12].

Tabel 6

Südame löögisageduse ja maksimaalse vererõhu tase 2. ja 8. üksikkoormuse lõpul

Jrk. nr.	Vaatlus- alune	Südame löögisage- dus peale 2. üksik- koormust	Südame löögisage- dus peale 8. üksik- koormust	Maksimaal- ne arteri- aalne rõhk peale 2. üksikkoor- must	Maksimaal- ne arteri- aalne rõhk peale 8. üksikkoor- must
1.	A. Le	165	172	164	132
2.	S. V.	169	187	158	160
3.	A. T.	160	152	166	144
4.	M. M.	152	183	160	170
5.	A. H.	160	187	154	129
6.	A. K.	160	160	180	182
7.	A. La	183	185	172	160
8.	L. V.	170	180	155	160
9.	L. P.	160	196	160	160
10.	A. M.	160	169	160	158
11.	R. A.	148	164	150	138
12.	A. K.	156	164	182	164
13.	R. L.	175	180	208	186
14.	G. I.	168	178	178	170
15.	V. K.	160	183	182	160
16.	A. P.	160	169	158	160
Keskmine		163±2,96	175,5±1,92	167,9±3,76	158,3±3,98
Keskmiste erinevus			13±3,52		10±5,47
t			3,7		1,82
P		>	0,01	<	0,05

Tabel näitab, et 8. töökoormusel on südame löögisageduse tõus oluliselt suurem kui teisel töökoormusel. Seevastu aga vererõhk oli 9-l juhul madalam pärast 8. koormust kui pärast teist koormust.

Minimaalne rõhk muutus peaaegu analoogiliselt maksimaalse rõhuga: maksimaalse rõhu tõusuga tõusis tavaliselt ka minimaalne rõhk, saavutades enamikul juhtudel oma maksimumi kas samaaegselt maksimaalse rõhu maksimumiga või sellest veidi varem või hiljem. Esines aga ka juhte, kus ajaline intervall kõrgeima maksimaalse ja kõrgeima minimaalse rõhu vahel oli suhteliselt pikem (üle 1 minuti).

Kui ühel vaatlusalusel esines "lõputu tooni" fenomen kogu katse vältel, siis 3-l vaatlusalusel registreeriti sama nähtus üksikutel juhtudel 10—60 sekundi jooksul peale tööd. Vaatlusalustel, kellel kõrgeim rõhk kulges töökorduselt kordusele alanevas joones, täheldati analoogilist pilti ka minimaalse rõhu osas.

Huvi pakub veel intervalltöö-eelse vererõhu võrdlus intervalltöö-järgsega mõõdetuna 3. minuti lõpus ning pulsisageduse võrdlus vererõhuga.

V V Vassiljeva ja kaasautorite [13] arvates mitte ainult arteriaalse rõhu reaktsiooni ulatus, vaid eeskätt selle taastumise kiirus on organismi vereringesüsteemi adaptatsiooni kriteeriumiks sooritatava töö puhul.

Enamikul juhtudel intervalltöö-järgse maksimaalse vererõhu tase puhkepausi kolmanda minuti lõpul ületas tööeelse taseme, kusjuures minimaalne rõhk oli madalam tööeelsest rõhust. Kõrgem maksimaalne vererõhk ületas tööeelse rõhu taseme (24—90 mm Hg) keskmiselt 54 mm Hg võrra.

Enamusel neist, kelle minimaalne rõhk tõusis, esines ka suhteliselt väiksem treenitus. Taolist minimaalse rõhu tõusu võib iseloomustada ebasoovitava nähtusena organismi talitluses [13].

Maksimaalse rõhu langus puhkeintervalli jooksul peale esimest tööd kõikus 6—23 mm Hg vahel (keskmiselt 13 mm Hg), peale viiendat — 0—30 mm Hg (keskmiselt 8 mm Hg). peale kaheksandat 0—42 mm Hg (keskmiselt 15 mm Hg)

Tabel 7

Kõrgeima maksimaalse vererõhu ajaline esinemine peale üksikkoormuste lõppu

Üksikkoormused	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	Kokku
Intervall töö lõpust									
10"		1				1	1	1	4
30"	2	1	2	2	—	1	2	6	16
60"	9	9	9	8	7	13	8	6	69
90"	6	6	5	2	6	1	7	7	40
120"	3	3	1	3	4	2	1	—	17
	20	20	17	15	17	18	19	20	146

Tabelist näeme, et peale töö lõppu tõusis maksimaalne rõhk, saavutades oma maksimumi suuremal osal juhtudest 60.—90. sekundiks. Seejärel maksimaalne rõhk langes 2—28 mm võrra. Parema treenitusega sportlastel võis märgata suuremat langust puhkepausi lõpus. 10%-l kõrgeima maksimaalse rõhu juhtudest esines viimane kaheminutilise puhkepausi lõpus. Seda võis täheldada eeskätt vähem treenitud sportlastel. 10%-l juhtudest esines ka kõrgeim minimaalne rõhk puhkepausi teise minuti lõpus.

Vaatlused staadionil

Vaatluste üldine analüüs näitab, et südame löögisageduse dünaamika on erinevatel vaatlusalustel erinev vaatamata koormuse ühesugusele doseerimisele. Teatud üldise joonena võib esile tuua järgmist.

Kui lugeda «kriitiliseks piiriks» löögisageduses 170—180 l/min. (14,2) (millest suurem sagedus viib südame löögimahu langusele) ning intervallmeetodil treenides üksikkoormuse järgseks optimaalseks löögisageduseks peetavat 170—190 l/min., siis 23-st vaatlusalusest saavutasid selle taseme 20, 3-l vaatlusalusel jäi maksimaalne löögisagedus 156—162 löögi piiridesse. 190 löögi piir ületati aga 6 juhul. Suurimaks löögisageduseks oli 210 l/min.

Suurim löögisagedus saavutati üksikute jooksjate poolt esmakordselt järgmistel üksikkoormustel (vt. tabel 8).

Tabel 8

Suurima löögisageduse esinemine peale üksikkoormusi

Üksikkoormused	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Suurima löögisageduse esmakordne esinemine	—	3	6	2	2	6	4	—
Suurima löögisageduse esinemise juhtude arv üldse (ka korduvad juhud)	—	3	6	6	7	12	10	7

Optimaalse töötaseme (170 l/min.) saavutasid 23-st uuritavast 14 (neist 2 — 168 l/min.) juba peale teist jooksulõiku; peale neljandat lõiku aga oli vastav tase 17-l. Seega keskmise võistluskiirusega intervalltreening eespool märgitud lõikudel ja puhkepausiga kutsus esile juba peale esimest-teist üksikkoormust üle 50%-l jooksjail südame optimaalse töötaseme. Kolme jooksja pulsisageduse jäämist suhteliselt madalaks (156—162 l/min.) võib seletada osaliselt ka viimaste suhteliselt madala pulsisagedusega puhkeolukorras (44—60 l/min.).

23-st vaatlusalusel 15-l püsis pulsisagedus enam-vähem samal tasapinnal (mõningase tõususuunaga töö lõpuosas — 2—8 lööki), 5-l juhul esines pidev tõusutendents, kuna 3-l juhul võis täheldada ulatuslikku kõikumist.

Puhkepausi lõpu pulsisageduses näeme järgmist pilti:

- a) enam-vähem stabiilne pulsisagedus (7-l juhul);
- b) stabiilne sagedus treeningu esimesel poolel (2-l juhul)
- c) stabiilne sagedus treeningu teisel poolel (8-l juhul);
- d) stabiilne sagedus treeningu keskel (1-l juhul);
- e) sageduse pidev tõus (1-l juhul);
- g) sageduse kõikumine (4-l juhul).

Vaatamata eespool märgitud stabiilsusele ületab 6.—7. puhkeintervalli järgne sagedus tunduvalt 1.—2. intervalli järgse sageduse.

Puhkepausil löögisageduse tugeva «üleskrüvimise» puhul intervallilt intervallile kerkib üles küsimus puhkepausi pikendamisest kuni pulsi taastumiseni 120—130 löögini minutis. Löökude läbimise kiiruse vähendamine alla keskmist võistluskiirust oleks samuti üheks «krüvimise» vältimiseks, kuid kuna tööjärgne pulsisagedus jäi ka puhkeintervalli kõrge pulsisageduse juures enamasti «ökonoomse» taseme piiridesse, ei ole ka viimane täielikult põhjendatud. Samal ajal puuduvad meil siiski küllaldased uuringud eespool märgitud pulsidünaamika negatiivsest mõjust organismile ja tagajärgedele. Kas viimast on alust lugeda ebasoovitavaks nähtuseks treeningul? Meie vaatlustes esines taolist «üleskrüvimist» ka hästi ettevalmistunud sportlase juures. Tekib küsimus, kas taolist «üleskrüvimist» ei kutsuta mitte teadlikult esile puhkeintervallide lühendamisega, mida soovitatakse nõukogude spordikirjanduses intervalltreeningu praktilisel rakendamisel (lühenevad puhkepausid)? Vastasel korral tuleks jooksaile, eriti algajale, intervalltreeningut läbi viia mitte eelnevalt rangelt kindlaksmääratud puhkeintervallile (nagu see esineb tavaliselt spordipraktikas, kus pausil läbitakse tavaliselt teatud lõik aeglase sörkjooksuga), vaid lähtuda südame löögisagedusest (120—130 l/min.) või võtta pausikriteeriumiks koguni südame löögisageduse puhketase + teatud arv lööke? Need küsimused vajavad lahendamist spetsiaalsete eksperimentide abil.

Nais- ja meesjooksjate südame tööjärgse löögisageduse taseme maksimaalväärtustes ei ole olulisi erinevusi, kuigi absoluutselt suurim näitaja esines puuduliku ettevalmistusega naisjooksjal (210 l/min.). Enamus nais- kui ka meesjooksjaist saavutasid intervalltreeninguks soovitatud optimaalse töötaseme, kusjuures naisjooksjad saavutasid selle varem kui meesjooksjad.

170 löögi piiri ei saavutanud naised kahel (156, 162 l/min.) ja mehed kahel (156, 168 l/min.) juhul. Andmete statistiline analüüs näitas, et erinevuse tõenäosus nais- ja meesjooksjate töö-

Tabel 9

170 löögi piiri ületamise juhtude arv üksikkoormuste järgi.

Korduse number	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Naisvaatlusalused (n=10)	4	6	7	7	6	6	8	8
Meesvaatlusalused (n=13)	2	5	8	9	9	11	9	9

järgse pulsisageduse maksimaalväärtuses on väiksem kui 95% ja järelikult pole usutav ($X^2=2,238$).

Erinevalt kulges aga südame löögisageduse taastumine.

Tabel 10

Südame löögisageduse tase üksikkoormustejärgsete puhkeintervallide lõpul

		Puhkeintervallid							Kokku	Ei saavutanud 130 lööki min.
		I	II	III	IV	V	VI	VII		
Üle 130 löögi	N	4	3	5	7	7	7	7	40	2
	M	2	6	5	6	7	6	6	38	5
131—140 lööki	N	2	0	1	1	1	2	2	9	
	M	1	4	2	3	2	5	5	22	
141—150 lööki	N	2	2	1	4	5	2	2	18	
	M	1	2	3	3	5	1	—	15	
Üle 151 löögi	N	—	1	3	2	1	3	3	13	
	M	—	—	—	—	—	—	1	1	

Naisjooksjail oli 70-st võimalikust 40-l juhul südame löögisagedus üle 130 l/min., meesjooksjail aga 91-st võimalikust 38-l juhul, s.o. vastavalt 57% ja 41%.

Üle 140 l/min. olid vastavad näitajad 44%-l ja 17%-l juhtudest. Võttes arvesse, et eelnev ettevalmistus oli nais- ja meesjooksjail enam-vähem samasugune, võiks oletada, et naisjooksjaile oli antud puhkepaus liialt lühike. Seda kinnitab ka sama katserühma 7 naisjooksjaga läbiviidud intervalltreening 150-sekundiliste puhkepausidega, kus muud tingimused jäid samaks. Siin 130 löögi piir ületati 34%-l ja 140 löögi piir 14%-l puhkepauside koguarvust. Maksimaalne löögisagedus üksikkoormuse

järel aga oli analoogiline eelmise vaatlusseeriaga, kõikudes 168—200 löögi piirides.

Eespool toodud tabeli analüüsimisel võime 99-protsendilise tõenäosusega väita, et nais- ja meesjooksjate südame löögisagedus 2-minutilise puhkepausi lõpul on erinev, kusjuures naistel esinevad peamiselt kõrged löögisagedused, meestel aga madalamad löögisagedused.

Laboratooriumis ja staadionil tehtud vaatluste võrdlus näitab, et üksikkoormustejärgse löögisageduse dünaamika kulges peaaegu sarnaselt mõlema vaatlusseeria puhul. Erinevus oli puhkeintervalli lõpu pulsisageduses. Laboratoorsete vaatluste madalama pulsisageduse üheks põhjuseks võib lugeda ka asjaolu, et kui staadionil tuli vaatluselustel peale üksikkoormust läbida puhkeintervalli jooksul 200 m aeglase sörkjooksuga, siis laboratooriumis piirduti paigalkõnniga.

Tabel 11

Naiste ja meeste südame löögisageduse ja sammude arvu aritmeetiliste keskmiste võrdlus mõõdetuna 3 üksikkoormuse ja puhkepausi lõpul

	Naised		Mehed		Keskmine sammude arv labor. vaatlusel	
	staad. vaatlus	labor. vaatlus	staad. vaatlus	labor. vaatlus	Naised	Mehed

Keskmine pulsisagedus:

a) enne I tööd	106	106	102	101		
b) peale I tööd	156	157	154	158	100	115
c) peale V tööd	175	171	174	171	104	117
d) peale VIII tööd	177	177	174	173	107	119
e) I intervalli lõpus	130	111	118	112		
f) V intervalli lõpus	138	120	128	127		
g) VIII intervalli lõpus	139	118	129	124		

Tabelist näeme, et kuigi naiste ja meeste südame löögisageduse algtasemes on mõningane erinevus, ühtlustub see peale esimest tööd. Siinjuures annavad nii laboratoorsed kui ka staadionil vaatlused peaaegu ühesugused nihked tööjärgses löögisageduses.

Erinev on pilt puhkeintervalli lõpu löögisageduses, kus naisjooksjate keskmine südame löögisagedus staadionivaatlustel ületab tunduvalt (ca 20 löögi võrra) vastavad näitajad laboratoorsetel vaatlustel, meesjooksjatel kõigub aga keskmine erinevus 1—6 löögi piires.

Samal ajal sooritavad aga meesjooksjad laboratoorsel vaatlusel keskmiselt 12—15 sammu enam kui naisjooksjad. Siit võiks järeldada, et vaatlusaluste naiste südame löögisagedus näitab inter-

Erinevused naiste ja meeste südame löögisageduses ja sammude arvus

	Erinevus meeste ja naiste andmete vahel					
	Staadionil			Laboratooriumis		
	$d \pm m_d$	t	P	$d \pm m_d$	t	P
Südame löögisagedus						
a) enne I tööd	$-4 \pm 8,6$	0,465	$>0,05$	$-5 \pm 5,07$	0,98	$>0,05$
b) peale I tööd	$-2 \pm 8,58$	0,22	$>0,05$	$1 \pm 4,29$	0,24	$>0,05$
c) peale V tööd	$-1 \pm 5,87$	0,16	$>0,05$	0	0	0
d) peale VIII tööd	$-3 \pm 5,88$	0,51	$>0,05$	$4 \pm 5,39$	0,7	$>0,05$
e) I intervalli lõpus	$-12 \pm 9,11$	1,31	$>0,05$	$1 \pm 2,3$	5,434	$>0,05$
f) V intervalli lõpus	$-10 \pm 6,7$	1,49	$>0,05$	$7 \pm 4,94$	1,43	$>0,05$
g) VII intervalli lõpus	$-10 \pm 5,6$	1,79	$>0,05$	$6 \pm 9,34$	0,64	$>0,05$

Märkused: d = aritmeetiliste keskmiste erinevus

m_d = erinevuse keskmine viga

valltööks halvemat kohanemist mitte löögisageduse tõusuga peale tööd, vaid mõningal määral aeglasema taastumisega puhkeintervallil. Kuid statistiline analüüs seda täiesti ei kinnita.

Tabelist näeme, et kuigi aritmeetilistes keskmistes on suuri erinevusi, siis suurest hajuvusest tingituna on erinevus usutav vaid viiel juhul.

Võttes arvesse vaatluste ja naisjooksjate küsitluse andmeid võiks oletada, et sõltuvalt paljudest asjaoludest on intervall-treening siiski naisjooksjaile raskem kui meesjooksjaile. Kuid toodud andmed ei too esile fakte, mis näitaksid, et intervalltreening ei sobi naisjooksjate treeninguks.

Järeldused

1. Spordikirjanduses soovitatud intervalltreeningu ühe variandi — 200 m jooks keskmise võistluskiirusega 2-minutiliste puhkeintervallide korral — kasutamisel võib täheldada südame löögisageduse muutusi puhkepauside lõpul intervallilt intervallile eeskätt kahesuguselt:

a) südame löögisagedus ei ületa 120—130 lööki minutis ning püsib enam-vähem samal tasemel;

b) südame löögisagedus tõuseb enam-vähem intervallilt intervallile, ületades sageli 140—150 lööki minutis.

Tabel 12

staadionil ja laboratooriumis toimunud vaatlustel

Erinevus staadionil ja laboratooriumis kogutud andmete vahel						Erinevus meeste ja naiste sammude arvus		
Mehed			Naised					
$d \pm m_d$	t	P	$d \pm m_d$	t	P	$d \pm m_d$	t	P
$1 \pm 6,3$	0,14	>0,05						
$-4 \pm 5,87$	0,68	>0,05	$1 \pm 7,02$	0,140	>0,05	$15 \pm 3,98$	3,8	<0,05
$3 \pm 5,69$	0,52	>0,05	$4 \pm 6,48$	0,617	>0,05	$13 \pm 5,22$	2,49	<0,05
$1 \pm 6,3$	0,16	>0,05	0	0	0	$12 \pm 6,03$	1,99	>0,05
$6 \pm 5,57$	1,07	>0,05	$19 \pm 8,05$	2,36	<0,05			
$1 \pm 5,74$	0,742	>0,05	18 ± 6	3,0	<0,05			
$5 \pm 4,47$	1,11	>0,05	$21 \pm 9,94$	2,12	<0,05			

t = t-kriteerium

P = tõenäosuse aste

2. Et saavutada kirjanduses soovitatud 120—130-löögilist sagedust puhkeintervalli lõpuks, peaks madalama kvalifikatsiooniga naisjooksjate puhkepaus võrreldes sama ettevalmistusega meesjooksjatega antud töö puhul olema ligikaudu 30 sek. pikem.

3. Laboratoorsel vaatlusel kasutatud intervalltöö kutsub südametegevuses peaaegu samad nihked esile kui staadionil läbiviidud intervalltöö.

4. Südame-vereringesüsteemile ning ka tugiliikumisaparaadile võib anda küllaltki tugevat koormust intervalltöö põhimõttel paigal või piiratud ruumis põlvetõstejooksuga.

KIRJANDUS

1. Aaken, E. van. Kritik des Intervalltrainings Freiburger Prägung aus Biochimie und Praxis. — Dok. Sportmed. Lit. (Münster 3), 1964, N. 7, S. 400.
2. Nett, T. Der Lauf. Ein Wegweiser für Übungsleiter und Aktive. Berlin, 1961, S. 47.
3. Vorherrschaft des Intervalltrainings ist vorbei. — Die Lehre der Leichtathletik, 1964, N. 11, S. 283—284.
4. Roskamm, H., Reindell, H. und Keul, J. Physiologische Grundlagen der Trainingsmethoden. — Die Lehre der Leichtathletik, 1962, N. 27, S. 635—638; N. 28, S. 659—660.
5. Groh, H. Sportmedizin. Stuttgart, 1962.
6. Васильев П. С., Волков Н. И. и Лаврентьева Н. Н. Исследования по вопросу о соотношении работы и отдыха в интервальной тренировке. — Материалы седьмой научной конференции по вопро-

- сам морфологии, физиологии и биохимии мышечной деятельности. М., 1962, стр. 43.
7. Donath, R. Mittelstrecken und Hindernislauf. Berlin, 1960.
 8. Мамардашвили Ш. А. К вопросу об интервальной тренировке. — Физиологические механизмы двигательных и вегетативных функций. М. 1965, стр. 185—189.
 9. Летунов С. П. и Мотылянская Р. Е. Врачебный контроль в физическом воспитании. М. 1951.
 10. Летунов С. П. Функциональное исследование сердечно-сосудистой системы у спортсмена. — Проблемы врачебного контроля. Вып. 3. М. 1955.
 11. Виру А. А. и Виру Э. А. К вопросу об участии коры надпочечников в приспособлении организма к большим тренировочным нагрузкам. — Уч. зап. ТГУ, вып. 154, 1964, стр. 78—96.
 12. Markusas, F. Sportlase organismi kohanemisvõime koormusega. Kehakultuur 1962, nr. 14, lk. 438—439.
 13. Васильева В. В., Китаев В. Ф. и Степочкина Н. А., Исследование сердечно-сосудистой системы пловцов. — Теория и практика физической культуры. 1964, № 6, стр. 42—45.
 14. Ginetsinski, A. G. ja Lebedinski, A. V. Normaalse füsioloogia kursus. Tln., 1960, lk. 642.

О ДИНАМИКЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЕРДЦА ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ИНТЕРВАЛЬНОГО МЕТОДА В ТРЕНИРОВКЕ БЕГУНОВ

А. Писук

Резюме

До настоящего времени нет единого мнения об интервальном методе тренировки, его роли в тренировке, о содержании этого понятия и его практического применения. В данной работе интервальный метод рассматривается как повторный бег с недостаточными интервалами для отдыха, при котором интенсивность бега, длительность интервалов отдыха и количество повторений уже заранее регламентированы.

Наблюдения проводились как в лаборатории, так и на стадионе. В лаборатории 18 исследуемых проделали 8 повторений 30-секундного бега на месте в околограничном темпе, с интервалами отдыха между повторениями по 2 минуты. С помощью кардиотахографа непрерывно регистрировалась частота сокращений сердца. Во время интервалов отдыха повторно измерялось артериальное давление.

На стадионе 23 исследуемых пробежали 8×200 метров со скоростью, соответствующей средней скорости при беге на 800 метров. Длительность интервала отдыха была 2 минуты. Непосредственно после окончания каждой отдельной нагрузки и до следующей нагрузки регистрировалась частота сокращений сердца

путем пальпирования. Полученные данные подвергались статистической обработке.

В большинстве случаев после окончания отдельных нагрузок частота сокращений сердца была в пределах 170—190 ударов в минуту. Однако, данные частоты сокращений сердца в конце двухминутных интервалов отдыха указывали на наличие двух тенденций: а) в течение 2 минут отдыха после каждого повторений частота сокращений сердца снижалась до 120—130 ударов в минуту, б) частота сокращений сердца в конце интервалов отдыха повышается от повторения к повторению и нередко превышает 140—150 ударов в минуту.

Наблюдения, проведенные на стадионе, показали, что последняя тенденция была более выражена у женщин, чем у мужчин. У женщин при удлинении интервала отдыха на 30 секунд эта тенденция становилась более редкой и менее выраженной.

По-видимому, интервальная тренировка является для женщин более значительной нагрузкой, чем для мужчин. Но все же, при правильной дозировке применение ее в тренировке женщин является оправданной.

Бег на месте повторно по 30 секунд сопровождался почти теми же изменениями в деятельности сердечно-сосудистой системы, как и интервальный бег на 200 метров. Бег на месте можно временно использовать в качестве одного из тренировочных средств при подготовке бегунов.

DYNAMICS OF THE CARDIAC FREQUENCY OF LONG DISTANCE RUNNERS WHILE THE INTERVAL METHOD IS USED

A. Pisuke

Summary

Opinions differ as to the importance, essence and the practical use of the interval method. In this paper the interval method is looked upon as to repeated run with insufficient pause at a fixed speed and with a fixed number of repetitions and intervals.

During one observation in the laboratory 18 runners ran on the spot 8 times each with a speed nearly the maximum for a duration of 30 seconds. The pause was 2 minutes.

Special apparatus yielded the chart showing the cardiac frequency during the effort and during 3 minutes after it. The number of steps was counted and the blood pressure was taken during all the pauses of 2 minutes and 3 minutes after the effort.

23 runners ran 8×200 m on the stadium with an average speed of 800 meters run. The pause was 2 minutes. The cardiac

frequency was checked by palpation after each effort and at the end of the pause, the speed of each covering of the distance was determined as well.

The results were tested statistically.

According to the analysis of the given results it became clear that the level of the heart rate after the effort is between 170 and 190 beats per minute but the level of the heart rate at the cessation of the pause may differ:

(1) the cardiac frequency remains between 120 and 130 beats per minute, (2) the cardiac frequency rises gradually from pause to pause and exceeds 140—150 beats per minute. The second variant can be observed in women more often than in men as shown by tests at the stadium. But after lengthening the pauses by 30 seconds such a speed-up decreases.

It is clear that the interval method presents greater demands to women than to men but when properly dosed it can be used in the training of women.

As running on the spot showed the same changes in the dynamics of the cardiac and the circulatory system as running on the track, it is obvious that running on the spot may be used to strengthen leg-muscles and the blood circulatory system when bad training or climatic conditions hinder us from going outdoors.

ИТОГИ ИЗУЧЕНИЯ ПОДГОТОВКИ СБОРНОЙ КОМАНДЫ ЭСТОНСКОЙ ССР ПО ЛЕГКОЙ АТЛЕТИКЕ К III СПАРТАКИАДЕ НАРОДОВ СССР

В. Калам, А. Виру

Кафедра легкой атлетики и проблемная научно-исследовательская лаборатория по основам мышечной деятельности человека

В течение 1962—1963 гг., отчасти и в 1961 году было проведено комплексное изучение подготовки сборной команды Эстонской ССР по легкой атлетике. В исследовании приняли участие преподаватели кафедры легкой атлетики, коллектив лаборатории физиологии спорта и работники кинокабинета ТГУ, а также студенты-физкультурники, специализирующиеся по легкой атлетике. Анализировались дневники, сводные таблицы тренировок, личные отчеты спортсменов и планы тренировок. Результаты анализов были сопоставлены с данными педагогических наблюдений, изучения функциональных способностей сердечно-сосудистой системы и кинограмм техники. В данном сообщении приводятся основные итоги этого исследования.

Как известно, одним из основных принципов спортивной тренировки является непрерывность тренировочного процесса (1) Как отметил Л. П. Матвеев (2), основными положениями этого принципа являются: а) построение тренировочного процесса в порядке круглогодичности и многолетней специализации, б) воздействие каждого последующего занятия должно «наслаживаться» на «следы» предыдущего, в) систематическим чередованием нагрузок и отдыха. Полученные данные не позволили оценить соблюдение второго и третьего положения. Выполнение первого положения можно было оценить по дневникам тренировки. Судя по этим данным в 1962 году круглый год тренировалось лишь 73% кандидатов сборной команды, а в 1963 году — 90%. В 1961—1962 гг. количество тренировочных занятий варьировалось от 40 до 248, в основном от 120 до 170 в год. В 1963 г., благодаря усилиям республиканского тренерского совета, оно увеличивалось, но все же у 75% кандидатов не превышало 200 занятий в год.

Вторым основным принципом спортивной тренировки явля-

ется единство общей и специальной физической подготовки спортсменов [1, 2]. Анализ полученных данных показал, что в отношении общей физической подготовки у нас не все в порядке. Нередко наблюдалось односторонность тренировок и недостаточное количество применяемых упражнений. Большинство легкоатлетов пользовалось только многократным повторением основного упражнения, к которому прибавлялись упражнения со штангой. На одностороннюю подготовленность указывало во многих случаях изучение функциональных способностей сердечно-сосудистой системы.

Функциональные способности сердечно-сосудистой системы были оценены по динамике частоты сокращений сердца и артериального давления при 1-минутном беге на месте, выполненном в предельном темпе. Как показало сопоставление результатов изучения легкоатлетов с данными, полученными у 500 исследуемых (высокотренированные и нетренированные), в марте 1962 г. в 35 случаях из 83 функциональные способности сердечно-сосудистой системы были ниже уровня, характерного для хорошо тренированного спортсмена [3]. Анализ тренировок показал, что отставание в функциональных способностях сердечно-сосудистой системы связано с ограниченным использованием упражнений на выносливость [4]. Разумеется, во многих видах легкой атлетики функциональные способности сердечно-сосудистой системы не являются решающими факторами спортивного успеха. Это же выражается и в непараллельности динамики изменений спортивных результатов и функциональных способностей сердечно-сосудистой системы у спринтеров, метателей и прыгунов (см. табл. 1). Только у стайеров и средневиков отмечалась строгая параллельность. Однако во всех видах спорта приспособление организма к большим тренировочным нагрузкам зависит от функциональных способностей сердечно-сосудистой системы. Большие тренировочные нагрузки являются залогом спортивных достижений. Возможно, что в этом кроется причина того, что 10 легкоатлетов сборной команды в 1963 г не достигли спортивной формы. У 7 из них функциональные способности сердечно-сосудистой системы были низкие.

Таблица 1

Сопоставление динамик достижения спортивной формы и развития функциональных способностей сердечно-сосудистой системы

	Процент совпадения динамик	Процент несовпадения динамик
Бегуны на средние и длинные дистанции	100%	0%
Спринтеры	66%	34%
Метатели	82%	18%
Прыгуны	50%	50%

В 1963 году в период зимних и весенних тренировок большое внимание обратили на кроссы, лыжные походы и т. п. К началу периода соревнований процент неудовлетворительных функциональных способностей сердечно-сосудистой системы понижался с 42% до 19%.

Большие различия отмечались в объеме основных тренировочных упражнений. Например, если Ч. Валлман и М. Паама выполняли около 10 000 бросковых упражнений в год, то у других копьеметателей количество бросковых упражнений было до пяти раз меньше. В 1963 году объем основных упражнений значительно увеличился у женщин-бегунов на средние дистанции (см. табл. 2). В результате было устранено отставание эстонских легкоатлетов в этом виде спорта, а Л. Эрик выдвинулась в число лучших бегунов Советского Союза.

Таблица 2

**Километраж тренировки лучших женщин-бегунов ЭССР
на средние дистанции**

	1962 г. •	1963 г.
Т. Ристисаар	212	747
Л. Эрик	228	913
М. Матикайнен	197	320

Трехкратное увеличение объема основных упражнений отмечалось у прыгунов и метателей. Но и здесь имеются еще неиспользованные резервы. Все же объем основных упражнений должен оставаться в соответствии с базисом, создаваемым всесторонней общей физической подготовкой. По мере приближения спартакиады у прыгунов функциональное состояние ухудшалось. Связано ли это со слишком форсированной подготовкой, или же с изменением ранее применявшихся упражнений, установлено не было.

Следует признать, что объем общей физической подготовки, его содержание и отношение к специальной подготовке в 1963 году все же достиг удовлетворительного и соответственного современным требованиям уровня.

Сознательная тренировка основывается на обстоятельном планировании и учете. Из 88 эстонских легкоатлетов, участвующих на III спартакиаде, тренировочный дневник был у 90%, годовые планы у 70% и перспективные планы у 43%.

Однако, дело не в наличии того или иного плана, а важно насколько в них применены современные достижения науки и практический опыт. Для проверки теоретических знаний спортсменов весной 1962 года был проведен опрос членов сборной ко-

Таблица 3

Длительность подготовительного и соревновательного периода

	2 нед.	3 мес.	4 мес.	5 мес.	6 мес.	7 мес.
Подготовительный период	—	5%	18%	30%	40%	7%
Соревновательный период	3%	6%	14%	59%	18%	—

Таблица 4

Длительность сохранения спортивной формы

До 2 недель	3—4 нед.	5—6 нед.	7—8 нед.	9—10 нед.	11—12 нед.	Свыше 12 нед.
11%	33%	13%	15%	7%	11%	10%

манды ЭССР. На вопрос, каким образом они намерены достичь к сроку спортивной формы, все спортсмены, за исключением отдельных лиц, ответили весьма лаконично: «буду тренироваться». Осенью 1962 года вновь был проведен опрос спортсменов о средствах, примененных ими для своевременного достижения спортивной формы на который был получен стандартный ответ: «Тренировался». Такой же вопрос был задан весной 1962 года 33 членам сборной команды СССР, из них 4 дали столь же лаконичский ответ, тогда как все остальные подробно изложили целый ряд мероприятий и особенностей построения тренировки. Причиной лаконических ответов было незнание средств и методов достижения спортивной формы, что подтвердилось при проведении анализа тренировочных дневников и планов. Крупные недостатки отмечались в планировании такого исключительно важного вопроса, как распределение объема и интенсивности тренировочной нагрузки.

Эти данные показали, что необходимо проводить широкую разъяснительную работу среди спортсменов и тренеров и повышать их теоретические знания. Были использованы печать и лекционные формы. Тренерский совет республики издал серию официальных бюллетеней, отпечатанных на ротаторе. На каждом тренировочном сборе читались лекции и проводились беседы. Проводились конференции тренеров при участии выдающихся советских специалистов (Дьячков, Попов, Филин). Углублению теоретических знаний способствовала аттестация тренеров, проведенная в начале 1963 года. Теперь уже спортсмены могли обстоятельно ответить на вопрос о намеченных мероприятиях для достижения спортивной формы.

Тренировочные планы на 1963 год составлялись на уровне современных знаний. Длительность подготовительного периода и периода соревнования у большинства легкоатлетов вполне соответствовала рекомендациям (см. табл. 3). Об обстоятельной подготовке к спартакиаде свидетельствовали примеры своевременного достижения спортивной формы. Если на II Спартакиаде 75% эстонских легкоатлетов выступили ниже своих возможностей, то на III Спартакиаде больше половины их выступили в своей лучшей форме.

Однако, 40 легкоатлетов все же не достигли необходимой спортивной формы к сроку. Одной из причин, объясняющих это, были заболевания и травмы (13 случаев), ошибки при проведении тренировочных занятий (11 случаев), недостатки в технике (9 случаев), перегрузка в связи с учебой, экзаменами и профессиональной работой (5 случаев). По мнению самих спортсменов, достигнутая спортивная форма сохранялась в одном случае лишь один день, а в 6 случаях 4—5 месяцев (см. табл. 4). Состояние спортивной формы можно понимать по-разному и этот вопрос вообще требует выяснения. По мнению эстонских тренеров следует различать два состояния — спортивная форма, которая достигается к началу периода соревнований и позволяющая спортсмену выступать успешно, и спортивная форма для достижения наивысших результатов. Известно, что первая форма сохраняется в течение всего сезона, а последняя только несколько дней или недель.

В 29 случаях эстонских легкоатлетов на спартакиаде постигли неудачи. В 13 из них (45%) причиной тому были психологические факторы. Это показывает недостаточную психологическую подготовку спортсменов. В области психологической подготовки необходимо усилить и научно-исследовательскую работу. Нельзя мириться только одним констатированием большого значения психологических факторов, пора научиться управлять ими. В 9 случаях заболевания помешали успеху, а в 2 случаях спортсмены не смогли приспособиться к непривычному для них режиму.

Но с другой стороны в аспекте психологической подготовки имеются и положительные примеры. 11 легкоатлетам, наиболее удачно выступавшим на Спартакиаде, характерна последовательная и сознательная тренировка, желание участвовать в соревнованиях по возможности чаще, состязаться с сильным соперником доставляет им радость и служит стимулом к максимальной мобилизации сил.

Вопросы спортивной формы и психологической подготовки тесно связаны с планомерным участием в соревнованиях. Недостаточное количество соревнований считается одним из основных недостатков подготовки советских спортсменов (в том числе и эстонских). В 1962 году каждый член сборной команды респуб-

лики участвовал в соревнованиях в среднем 19 раз (от 3 до 52 раз). В 1963 году в этом отношении был достигнут вполне удовлетворительный уровень. Члены сборной команды участвовали в соревнованиях в среднем 28 раз. Хорошо продуманный календарь соревнований и достаточное количество их явились основой для своевременного достижения спортивной формы. До Спартакиады эстонские легкоатлеты имели достаточное количество соревнований с сильными соперниками (матчевые встречи с другими Прибалтийскими республиками, с финскими и азербайджанскими легкоатлетами, открытые соревнования с участием ленинградских и латвийских легкоатлетов), которые состоялись не в мае, а в июне и июле. До 1963 года имело место хаотичное планирование соревнований. Обычно во всесоюзном календарном плане соревнований предусматривается в середине мая матчевая встреча Прибалтийских республик. Климатические условия Эстонии позволяют начинать тренировку на стадионах лишь с начала мая, что часто обуславливает недостаточную подготовку к наиболее ответственному состязанию сезона и вместе с тем причиняет большое число травм на этом состязании. Например, в 1962 году, на состязании в Вильнюсе (в середине мая) недостаточно подготовленная команда эстонцев выступила неудачно и из-за полученных травм 5 известных легкоатлетов республики вышли «из строя» на длительный срок. Опыт 1962 и 1963 гг. показывает, что при составлении календаря соревнований необходимо учитывать местные климатические условия и закономерности достижения спортивной формы.

Проведенные исследования показали, что внедрение научно обоснованной системы тренировки требует значительных усилий. До этого, однако, часто могут оставаться неиспользованными многие резервы, которые могли бы способствовать успеху. Исследование показало, что у эстонских легкоатлетов и в настоящее время имеются значительные неиспользованные резервы (общий объем тренировочной нагрузки, усовершенствование общей физической подготовки, увеличение количества специальных упражнений и пр). Для полного выяснения недостатков в подготовке спортсменов необходимо широкое применение комплексных исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Новиков А. Д., Матвеев Л. П. (редакторы). Теория физического воспитания. М., ФиС, 1959.
2. Матвеев Л. П. Проблема периодизации спортивной тренировки. М., ФиС, 1964.
3. Viru, A., Oja, S., Sildmäe, H., Reintam, O., Viru, E. Eesti NSV koondvõistkondade liikmete südame-veresoonte süsteemi funktsionaalsete võimete võrdlev analüüs. — Eesti NSV VI vabariiklik teaduslik-metoodiline konverents kehakultuuri alal. Tartu, 1963, lk. 41—45.

4. Куду Ф. О., Виру Э. А. О некоторых взаимосвязях между характером тренировочной работы и работоспособностью сердечно-сосудистой системы. — Материалы 7-ой научной конф. по вопросам морфологии, физиологии и биохимии мышечной деятельности. М. 1962, стр. 186—169.

KOKKUVÕTE EESTI NSV KERGEJÕUSTIKU KOONDVÕISTKONNA ETTEVALMISTUSE UURIMISEST NSV LIIDU III RAHVASTE SPARTAKIAADIKS

V. Kalam, A. Viru

Resümee

Eesti NSV kergejõustiku koondvõistkonna ettevalmistuse analüüs näitas, et eesti kergejõustiklaste treeningus on terve rida seni kasutamata reserve. Üldine treeningu maht ei vasta kõigil kergejõustiklastel kaasaja tasemele. Kehaline ettevalmistus jääb sageli ühekülgses (kasutatakse vaid jõuharjutusi), millest tingituna südame-veresoonte süsteemi funktsionaalsed võimed osutusid 1962. a. 42% ja 1963. a. 19% juhtudest mittevastavateks hästitreenitud sportlaste tasemele. Võimalusi leidub ka erilase ettevalmistuse mahu tõstmiseks.

Spartakiaadiks suutsid enam kui pooled kergejõustiklased saavutada tippvormi. Spartakiaadil esines 29 suuremat ebaõnnestumist. 45% neist olid tingitud mitmesuguste psüühiliste faktorite negatiivsest mõjust.

RESULTS OF THE INVESTIGATION OF THE TRAINING OF THE ESTONIAN NATIONAL TEAM IN TRACK AND FIELD BEFORE THE 3RD PEOPLE SPARTAKIADE OF THE U.S.S.R.

V. Kalam, A. Viru

Summary

The analysis of the training of Estonian athletes in track and field showed the existence of some unexploited reserves. The training load can be raised and the general fitness must be bettered.

JOOKSUKIIRUSE SEOSEST MÕNINGATE KEHALISTE VÕIMETE JA KEHALISE ARENGU NÄITAJATEGA

H. Unger

Kergejõustiku kateeder

Eesti NSV noorte kehalises ettevalmistuses on üheks nõrgemaks kohaks jooksukiirus. Tartu Riiklikus Ülikoolis tehtud uurimustest üliõpilaste kehalise arengu ja kehaliste võimete kohta selgus, et I kursusel õppivatest naisüliõpilastest ei suutnud 100 m joosta VTK normatiivides ettenähtud ajaga 35% [2]. A. J. Sehteli ja A. N. Kuznetsovi [28] ning S. V. Kaledini jt. [16] uurimused näitavad, et jooksukiirus pole valulapseks mitte ainult Tartu Riiklikus Ülikoolis, vaid ka paljudes teistes Nõukogude Liidu kõrgemates õppeasutustes.

Noorte suhteliselt nõrk kiiruslik ettevalmistus on takistuseks kõrgete sportlike tulemuste saavutamisel mitte üksnes lühimaa-jooksudes, vaid ka teistel kergejõustiku aladel. Põhjused peituvad siin nähtavasti kooli kehalise kasvatusorganisatsioonis ning algajate ja madalamate spordijärkudega kergejõustiklaste treeningu metoodikas.

Kergejõustikus peetakse üheks tähtsamaks kehaliseks võimeks kiirust. Samal ajal on täheldatud [13, 17, 12, 14], et kiirus, võrreldes teiste kehaliste võimetega, allub kõige raskemini treeningule. Kiirus kehalise võimena spordis esineb väga erinevates seostes teiste võimetega. R. Toomsalu [6] eraldab nelja kiiruslikku võimet: 1) võime kiiresti jalgu ja käsi liigutada, 2) reageerimiskiirus, 3) edasiliikumise kiirus ja 4) kiiruslik vastupidavus.

Ainus mõõdupuu jooksja võimete hindamiseks distantsil on selle läbimise aeg. Selles avaldub jooksja võimete efektiivsus komplekselt. Milline osa langeb siin ühele või teisele kehalisele võimele või kehalise arengu näitajale, on raske otsustada. Selgust neis küsimustes on püütud saada mitmesuguste eksperimentaalsete uurimuste ja praktikas tehtud tähelepanekute kaudu.

Mitmed uurimused on käsitlenud reaktsioonikiiruse küsimusi seoses liigutuste kiiruse ja jooksukiirusega. R. Toomsalu [5],

E. L. Smith [4] ja F. M. Henry [1] pole leidnud oma uurimustes seost nende vahel.

Küllalt olulisi seoseid täheldatakse distantssi läbimise kiiruse ja mitmesuguste jõunäitajate vahel.

Lihaste jõudu peab V. Tšudinov [27] kergejõustikus otsustavimaks faktoriks. Ta näitab, et heitjad saavutavad häid tulemusi 30 m jooksus madallähtest. Selle kõrval on neil paremad tulemused paigalt kaugus-, kolmik- ja üleshüppes kui hüppajatel ja jooksjatel. Vastastikust seost jõu ja kiiruse vahel märgivad ka F. L. Stampfel [22] ja D. Matejev [21].

Jõuharjutused jagunevad staatilisteks ja dünaamilisteks, ning nende kasutamine jooksukiiruse arendamisel ei anna võrdset efekti. E. L. Smith [11] (V. M. Zatsiorski andmete järgi) on jõudnud järeldusele, et dünaamiline ja staatiline lihasejõud määratakse erinevate närvi-motoorsete mehhanismidega. Selle järelduse aluseks on mitteinusutavad korrelatsioonikoefitsiendid ilma käte hoota paigalt üleshüppe kõrguse ja jõu näitajate vahel.

F. Wilt [23] peab Dave Sime'i 1959. a. hooaja ebaõnnestumise põhjuseks jooksutreeningu täielikku asendamist tugeva jõutreeninguga ettevalmistaval perioodil.

Vastupidi E. L. Smithile on N. N. Jakovlev jt. [29] arvamusel, et igas terviklikus liigutuslikus aktis on lihaste dünaamiline töö ja staatilised pingutused üksteisega seotud ja üksteisest sõltuvad komponendid. Sellega ühtib ka P. Tšerkašini [24] arvamus. Ta väidab, et staatilise jõu tase, mis on arendatud väga raskete jõuharjutuste kaudu, osutub põhiliseks faktoriks sportlases kiiruse arendamisel. Sellele ta lisab, et peale teatava staatilise jõu taseme saavutamist on teised treeninguvahendid kiiruslike omaduste arendamisel efektiivsemad.

F. Stampfel [22], olles täielik jõutreeningu pooldaja, on veendumusel, et ainult jõud üksi ei tee head jooksjat: otsustavat tähtsust omab oskus seda kasutada.

Kui staatiliste jõuharjutuste kasutamise efektiivsusesse kiiruse arendamise seisukohalt suhtutakse mitmeti, siis dünaamilised jõuharjutused on saanud kirjanduse andmetel üldise tunnustuse osaliseks.

Mitmed autorid, nagu P. Tšerkašin [25], N. Zaitsev [10], S. Kaledin [15] leidsid, et dünaamiliste jõuharjutuste kasutamine treeningul võimaldab saavutada paremat jooksukiirust kui staatilise iseloomuga jõuharjutuste ja ainult kiirusharjutuste kasutamise.

Viimastel aastatel on üha sagedamini kasutatud terminit «võimsus» seoses treeninguga ja võimetega lühimaaajooksudes. Seda peetakse G. Korobkovi järgi [20] sportlase ratsionaalsete liigutuste, jõu ja kiiruse sünteesiks. Oma olemuselt on see lähedane dünaamilisele jõule, kuid siiski veelgi komplekssem.

Rääkides erinevate lihasrühmade jõu osatähtsusest jooksu-distanti kiirel läbimisel, viidatakse küll reie- ja põialihastele kui olulisematele, kuid ei alahinnata selle juures ka kõigi teiste põhiliste lihasgruppide osa. A. V. Korobkov jt. [18] kirjutavad, et «. Jõud ühe või teise tegevuse sooritamisel sõltub inimese keha kõige erinevamate lihaste funktsionaalsest olukorrast ja vastastikusest seosest. Ühe lihasgrupi nõrkus võib häirida jõu näitajaid kogu liikumises.»

V. I. Tšudinov [26] täiendas sporditerminoloogiat mõistetega suhteline ja absoluutne jõud. Siinjuures peab ta vajalikuks suhtelise jõu osatähtsust eriti alla kriipsutada jooksjate ja hüppajate seisukohalt.

Suhtelise jõu küsimuse käsitlemisel ei saa mööda minna sellistest antropomeetrilistest näitajatest nagu kehakaal ja pikkus.

On autoreid, kes ei pea jooksukiirust sõltuvaks antropomeetristest näitajatest (R. Toomsalu [6]). Teiselt poolt on aga ka neid, kes on leidnud seoseid jooksu kiiruse ja mõningate antropomeetriste näitajate vahel. A. G. Ždanova [9] tõstatab koguni küsimuse diferentseeritud normatiivide väljatöötamiseks korvpalluritele 100 ja 400 m jooksus, kus arvestatakse sportlaste morfoloogilisi iseärasusi.

Küllaltki suure kehakaaluga sportlaste edukat esinemist kiirjooksus seostab H. Gundlach [7] lihasmassi ja jõu sõltuvusega teineteisest.

Kehakaal sisaldab nii aktiivse lihasmassi kui ka passiivsed koed. A. G. Ždanova [8], D. Matejev [21], N. Ozolin [3] jt. rõhutavad, et kehakaal ei näita igakord jõudu, kuna kehakaalu muutused on sageli tingitud passiivsete kudede, esmajoones rasvkoe kasvust või kahanemisest. N. Ozolin [3] märgib, et jõu kasvamisega võib kaasneda ka kaalu vähenemine, kui see toimub rasvapadjandite likvideerumise arvel.

Seniste uurimiste tulemused rõhutavad vajadust vaadelda seoseid inimese kehaliste võimete vahel võimalikult komplekselt, et leida nende arendamiseks õiged proportsioonid. On tarvis välja töötada lühimaajooksu tagajärgede ning kehaliste võimete ja kehalise arengu näitajate vaheliste seoste statistilis-matemaatilise analüüsi põhjal kontrollharjutuste süsteem. Selline kontrollharjutuste süsteem aitaks treeninguprotsessi senisest rohkem individualiseerida, kuna ta võimaldab välja selgitada, millist kehalist võimet millisel määral oleks tarvis arendada igal konkreetsel juhul kõrge sportliku tagajärje saavutamiseks.

Käesoleva töö eesmärgiks on välja selgitada, millises seoses on jooksukiirus lühikestel distantidel mitmesuguste kehaliste võimete ning kehalise arengu näitajatega.

Töö metoodika

Vaadeldi 122 nais- ja 106 meesisikut vanuses 17 kuni 31 a. Enamiku vaatlusalustest moodustasid üliõpilased, kes tegelevad sportliku treeninguga aastaringsest. Väike osa vaatlusalustest, peamiselt järguta sportlased, treenivad süstemaatiliselt vaid õppetööperioodil.

Sportliku eriala ja ettevalmistuse järgi jagunes vaatlusaluste kontingent järgmiselt:

Tabel 1

Spordi- ala	järg	Naised						Mehed					
		M	I	II	III	—	Kokku	M	I	II	III	—	Kokku
Kergejõustik		3	9	15	25	40	92	8	18	25	18	16	85
Suusatamine		2	3	1			6		2		3		5
Võimlemine		1	9			1	11		1				1
Spordimängud			2	4	3		9	1	3	1	3	1	9
Sõudmine			2		1		3			1		1	2
Ujumine					1		1						
Raskejõustik									1	2	1		4
Kokku:		6	25	21	29	41	122	9	25	29	25	18	106

Spetsiaalselt lühimaajooksuga tegelevad 6 meesvaatlusalust ja 6 naisvaatlusalust, kes omavad I ja II spordijärku.

Kõigil vaatlusalustel määrati järgmised näitajad.

I. Kiiruse näitajad:

1) jooksu aeg 30 m ja 100 m distantsil madallähtest ning 30 m distant-sil lendlähtest;

2) käte ja jalgade maksimaalne liigutuste sagedus liigutuste minimaalse amplituudi juures ning paigal põlvetoostejooksus. Registreeriti liigutuste ja sammude arv 10 sekundi jooksul;

3) nägemis-motoorse reaktsiooni kiirus.

II. Jõu näitajad:

1) dünaamilise jõu näitajateks olid paigalt kaugus-, kolmik- ja üleshüpe. Tulemuseks arvestati igas hüppeliigis kolmest hüppest parim;

2) staatiline jõud mõõdeti A. V. Korobkovi jt. [19] meetodi järgi dünamo-meetriga (selleks kohandatud pingil) järgmistel lihaserühmadel — puusa-liigete sirutajad ja painutajad lihased, põlveliigete sirutajad ja painutajad lihased, hüppeliigete taldmised ja selgmised painutajad lihased, kere ja puusaliigete sirutajad ja painutajad lihased, õlaliigete sirutajad lihased, küünarliigete painutajad lihased. Nende kõrval kasutati jõu näitajatena ka mitmesuguste lihasrühmade jõu summeeritud suurusi.

Staatilise jõu absoluutsetest suurustest arvutati mõningate lihasrühmade suhteline jõud (absoluutne jõud 1 kg kehakaalu kohta).

III. Antropomeetrilistest näitajatest mõõdeti kehakaal, pikkus ja jalgade pikkus (pikkusest lahutatud istepikkus).

Kõigi võimete mõõtmise eel toimus soojendus järku omavatel vaatlus-alustel individuaalselt, järguta vaatlusalustel organiseeritult.

Materjali statistiliseks analüüsiks kasutati korrelatsioonimeetodit. Korre-latsioonikoefitsiendid (eraldi mees- ja naisvaatlusalustel) arvutati elektron-arvutusmasinal «Ural 4» TRÜ Arvutuskeskuses.

Töö tulemused

Korrelatsioonimeetod on tänapäeval põhiliseks vormiks statistilises analüüsis resultaate ja resultaati põhjustavate kehaliste võimete vaheliste seoste uurimisel. Näitajatevaheliste seoste suurust väljendavad korrelatsioonikoefitsientide suurused. Näitajate absoluutse sõltuvuse korral on koefitsient maksimaalse suurusega, s. o. 1. Mida väiksemaks jääb koefitsient, seda väiksem on näitajatevaheline seos.

Kui kahe näitaja vahel on selline seos, et ühe näitaja suurenemise või vähenemisega vastavalt suureneb või väheneb teine, siis nimetatakse korrelatsiooni positiivseks. Kui aga ühe suuruse vähenemisega kaasneb teise suurenemine, nimetatakse korrelatsiooni pöördeliseks ja tema koefitsient väljendub negatiivse arvuga. Teostatud arvutuste tulemusena saime korrelatsiooni koefitsiendid, mis on toodud tabelis 2.

On üldtuntud tõde, et jooksjad, kes läbivad parema ajaga 100 m, näitavad üldiselt paremaid tulemusi ka lühematel, meie vaatlustes 30 m lõikudel. Need harjutused on oma liigutustelt väga adekvaatsed ja erinevad teineteisest peamiselt pingutuse kestuse poolest. Seda tõestasid ka meie vaatlused. Kõrgeimad korrelatsioonikoefitsiendid (minimaalne 0,828) olid jooksukiiruse näitajates 100 m, 30 m madal- ja 30 m lendlähtest jooksu tulemuste vahel.

Fakt, et jooksu tulemused lühematel distantidel on nii tihedas seoses 100 m jooksu tulemustega, on nähtavasti ka põhjuseks, miks neid harjutusi kasutatakse nii tihti lühimaajooksjate treeningus.

Parim tee lühimaajooksjate saavutusvõime täpseimaks kontrollimiseks on põhidistanti läbimine ajale. See pole aga alati sobiv ja sageli ka võimalik. Kiiruse kontrolliks, millele ei lisandu kiiruslik vastupidavus, on otstarbekohasem lühem distant lendlähtest. Lähetehnika ja lähtekiirenduse kontrolliks on aga sobivad lühikeste distantilõikude läbimine madalast lähtest. Kuna viimased on väga tihedas seoses 100 m jooksu tulemustega, lubavad nad koos teiste kontrollnäitajatega küllaltki täpselt otsustada jooksja saavutusvõime üle ilma põhidistanti läbimata.

Dünaamiliste jõuharjutuste positiivset mõju kiirusharjutustele on täheldanud mitmed autorid. Paigalt kaugus- ja kolmikhüpe on saanud ka üldtunnustatud harjutusteks üldise kehalise arengu näitajadena paljudes kontrolltestides. Kergejõustiklastele, sealhulgas ka lühimaajooksjatele on nad põhilisteks kontrollnormatiivideks.

Meie vaatluste andmetel moodustavad paigalt hüpped oma korrelatsioonikoefitsientide suuruste poolest jooksutulemustega teise põhilise grupi. Suurimat seost jooksutagajärgedega näitasid paigalt kolmikhüppe tagajärjed. Naisvaatlusalustel näitasid

Tabel 2

Korrelatsioonikoefitsiendid kiirjooksu tulemuste ja mitmesuguste kehaliste võimete ja kehalise arengu näitajate vahel

Näitajad	Naised			Mehed		
	100 m	30 ml	30 m ll.	100 m	30 ml	30 m ll.
1	2	3	4	5	6	7
100 m jooks		.835	.843		.828	.848
30 m jooks madallähtest			.867			.863
paigalt kolmikühpe	— .746	— .805	— .761	— .758	— .691	— .690
paigalt kaugushüpe	— .650	— .648	— .698	— .706	— .578	— .635
paigalt üleshüpe	— .717	— .694	— .619	— .472	— .492	— .436
puusaliigeste sirutajate lihaste	— .551	— .499	— .522	— .313	— .367	— .309
põlveliigeste sirutajate lihaste	— .373	— .370	— .364	— .214	— .156	— .127
hüppeliigeste taldmistest painutajate lihaste	— .446	— .389	— .431	— .499	— .504	— .482
jalgade liigeste sirutajate lihaste summaarne	— .571	— .507	— .520	— .410	— .428	— .393
puusaliigeste painutajate lihaste	— .408	— .420	— .402	— .486	— .504	— .412
Absoluutne jõud kere ja puusaliigeste sirutajate lihaste	— .255	— .315	— .296	— .208	— .251	— .135
kere ja puusaliigeste painutajate lihaste	— .285	— .342	— .313	— .191	— .219	— .231
põlveliigeste painutajate lihaste	— .425	— .397	— .398	— .324	— .271	— .212
hüppeliigeste selgmistest painutajate lihaste	— .340	— .378	— .305	— .362	— .425	— .273
õlaliigeste sirutajate lihaste	— .413	— .394	— .374	— .475	— .457	— .334
küünarliigeste painutajate lihaste	— .435	— .472	— .462	— .503	— .474	— .386
käte rebimise	— .410	— .419	— .400	— .521	— .481	— .373
jalgade liigeste painutajate lihaste summaarne	— .399	— .427	— .381	— .443	— .461	— .377
jalgade liigeste sirutajate ja painutajate lihaste summaarne	— .567	— .526	— .523	— .491	— .486	— .431
kõigi lihasrühmade summaarne	— .550	— .526	— .516	— .509	— .517	— .438
Suhteline jõud puusaliigeste sirutajate lihaste	— .488	— .514	— .480	— .226	— .306	— .275
põlveliigeste sirutajate lihaste	— .352	— .385	— .332	— .191	— .169	— .155
hüppeliigeste taldmistest painutajate lihaste	— .537	— .515	— .525	— .471	— .516	— .506
jalgade liigeste sirutajate lihaste summaarne	— .577	— .569	— .562	— .462	— .505	— .478

1	2	3	4	5	6	7
puusaliigeste painutajate lihaste	— .440	— .455	— .412	— .432	— .492	— .400
kere ja puusaliigeste sirutajate lihaste	— .351	— .445	— .402	— .219	— .298	— .176
kere ja puusaliigeste painutajate lihaste	— .354	— .437	— .381	— .200	— .258	— .257
nägemis-motoorse reaktsiooni kiirus	— .032	.026	.060	.070	.095	.119
paigal põlvetoetajate sammude sagedus	— .322	— .261	— .297	— .313	— .225	— .284
jalgade liigutuste sagedus	— .336	— .248	— .322	— .106	— .015	— .198
käte liigutuste sagedus	— .165	— .213	— .183	— .278	— .316	— .328
kehakaal	.115	.184	.142	— .190	— .123	— .109
pikkus	— .034	.026	— .040	— .171	— .093	— .104
jalgade pikkus	— .102	— .050	— .080	— .191	— .054	— .096
kaalu-pikkuse indeks	.118	.196	.158	— .124	— .053	.000

võrdset seost jooksutagajärgedega nii paigalt kaugus- kui ka üleshüppe tagajärjed. Meesvaatlusalustel järgnesid paigalt kolmikhüppele pisut suuremate omavaheliste erinevustega tagajärjed paigalt kaugus- ja üleshüppes.

Kontrollharjutustena käte jõu näitajate osas kasutatakse spordipraktikas enamikul juhtudel käte kõverdamist kordade arvule kas rippes või eestoenglamangus, kõhulihaste jõu osas aga selitsi rippes varbseinal jalgade tõstmist kordade arvule. Need kontrollharjutused ei võimalda analüüsida jõunäitajaid lihasrühmade kaupa. Pealegi võib nende sooritamisel suurena korduste arvuga mõjule pääseda ka vastupidavuse moment. Meie arvates on sobivam dünamomeetriline meetod, kus eelnevalt mainitud puudusi ei esine.

Võrreldes kiirjooksu tagajärgi ja jõunäitajatevahelisi korrelatsioonikoefitsiente nais- ja meesvaatlusalustel näeme, et naisvaatlusalustel on need üldiselt kõrgemad. Võrreldes ühede ja samade lihasrühmade absoluutse ning suhtelise jõu näitajate ning kiirjooksu tagajärgede vahelisi korrelatsioonikoefitsiente näeme, et 30-l juhul 42-st on suhtelise jõu näitajad suuremas korrelatsioonis kiirjooksu tagajärgedega kui absoluutse jõu näitajad. Matemaatilis-statistiline kontroll aga näitab, et vastavate korrelatsioonikoefitsientide usaldatavuse piirid tugevalt kattuvad ning neid ei saa lugeda erinevateks. Kiirjooksu tagajärjed on meie poolt vaadeldud lihasrühmade jõunäitajatega negatiivses korrelatsioonis, s. t. väiksematele aegadele vastavad suuremad jõunäitajad.

Võrreldes korrelatsioonikoefitsientide suurusi näeme, et kõige tihedamas seoses kiirjooksu tagajärgedega on kompleksed jõunäitajad, välja arvatud jalgade liigete painutajate lihaste sum-

maarne jõud. Üksikute lihasrühmade jõunäitajatest on kiirjooksu tagajärgedega kõrgemas korrelatsioonis hüppeliigeste taldmiste painutajate jõud. Üllatuslikult on küllaltki suures korrelatsioonis kiirjooksu tagajärgedega käte jõu näitajad, edestades mitmeid lihasrühmi, millede jõud vahetult rakendub jooksuliigutuste sooritamisel.

Nais- ja meesvaatlusaluste osas on meie poolt saadud andmed mõneti lahkuminevad. Nii nais- kui ka meesvaatlusalustel on kõrges korrelatsioonis kiirjooksu tagajärgedega järgmised absoluutse jõu näitajad: kõigi lihasrühmade summaarne jõud, jalgade liigete sirutajate ja painutajate lihaste summaarne jõud, hüppeliigete taldmiste painutajate lihaste jõud ja õlaliigete sirutajate lihaste jõud. Kõige madalamas korrelatsioonis kiirjooksu tagajärgedega on nii naistel kui ka meestel kere ja puusaliigete sirutajate ja painutajate lihaste ning põveliigete sirutajate lihaste jõu näitajad. Naisvaatlusalustel, võrreldes meesvaatlusalustega on tunduvalt kõrgemas korrelatsioonis kiirjooksu tagajärgedega jalgade liigete sirutajate lihaste summaarne jõud ja puusaliigete sirutajate lihaste jõud. Naistel on jalgade liigete sirutajate lihaste ning puusaliigete sirutajate lihaste absoluutse jõu näitajad märksa kõrgemas korrelatsioonis kiirjooksu tagajärgedega kui vastavate liigete painutajate lihaste jõu näitajad. Meesvaatlusalustel on selles osas pilt vastupidine.

Meie poolt vaadeldud lihasrühmade suhtelise jõu näitajatest on kiirjooksu tagajärgedega suures korrelatsioonis jalgade sirutajate lihaste summaarne jõud, hüppeliigete taldmiste painutajate lihaste jõud nii nais- kui ka meesvaatlusalustel ja puusaliigete sirutajate lihaste jõud naisvaatlusalustel.

Neljandasse gruppi paigutasime kiirjooksu tagajärgede ning mitmesuguste kiirusgrupi näitajate ja antropomeetriliste mõõtmete vahelised korrelatsioonikoefitsiendid. Enamik sellesse gruppi kuuluvatest korrelatsioonikoefitsientidest on alla usutavuse piiri.

Nägemis-motoorse reaktsiooni aeg ei anna nii nais- kui ka meesvaatlusalustel ühtegi usutavuse piirist kõrgemat korrelatsiooni kiirjooksu tagajärgedega.

Põlvetõstejooks kujutab enesest üht populaarsemat erialast harjutust lühimaajooksjate treeningus. Meie oma vaatlustes selgitasime, millises seoses jooksukiirusega on paigal põlvetõstejooksus vaatlusaluste poolt saavutatud sammude sagedus. Vaatlustulemused näitavad, et nende näitajate vahel on usutav seos ning põlvetõstejooks on õigel kohal lühimaajooksjate erialaste harjutuste süsteemis.

Meesvaatlusalustel andis usutava korrelatsiooni jooksutagajärgedega ka käte liigutuste maksimaalne kiirus liigutuste minimaalse amplituudi (koputamine) juures. Samal ajal aga jalgade liigutuste kiirusega ehk nn. trampimiskiirusega me seda seost ei

saanud. Naisvaatlusalustel oli aga samade näitajate osas pilt peaaegu vastupidine.

Kiirjooksutagajärgede ja antropomeetriliste näitajate vahelised korrelatsioonikoefitsiendid on enamuses alla usutavuse piiri.

Kuigi kiirjooksutagajärgede ja kehakaalunäitajate vahelised korrelatsioonikoefitsiendid on enamikus alla usutavuse piiri, on huvitav märkida, et naistel ja meestel on nimetatud koefitsiendid erineva märgiga. Kui naisvaatlusalustel on kehakaalu ja jooksude tulemuste vaheline korrelatsioon positiivne, s. t. väiksema kehakaaluga vaatlusalused saavutavad väiksemaid (paremaid) aegu jooksudes, siis meesvaatlusalustel on samade näitajate vaheline korrelatsioon negatiivne, s. t. suurema kehakaaluga vaatlusalused saavutavad jooksudes väiksemaid aegu.

Kokkuvõte

Meie vaatlustulemuste analüüs võimaldab mõningal määral hinnata mitmesuguste kehalise võimekuse ja kehalise arengu näitajate taseme osatähtsust heade tulemuste saavutamisel lühimaajooksudes.

Vaatlustulemused tõestavad veelkordselt, et kõrgete sportlike tagajärgede saavutamisel lühimaajooksudes ning ka üldise kiirusliku ettevalmistuse parandamisel omab suurt tähtsust jõu arendamine. Rõhutada tuleb eriti dünaamilise jõu osatähtsust. Suurimad korrelatsioonid lühimaajooksude tagajärgedega olid meie vaatlustes paigalt hüpete, eriti aga paigalt kolmikhüppe tagajärgedel. Seega soovitame mitmesugustest kergejõustikus kontrollharjutustena rakendatavatest hüpetest lühimaajooksjate juures esmajoonel kasutada kolmikhüpet.

Meie vaatlustulemused staatilise jõu näitajate osas viitavad sellele, et jõuharjutuste valik jooksutreeningus peab olema väga mitmekesine, sest kõigi meie poolt vaadeldud lihasrühmade jõunäitajate suurused olid võrdlemisi kõrges korrelatsioonis jooksutagajärgedega.

Suhtelise ja absoluutse jõu ning kehakaalu näitajate suhted jooksutagajärgedega tõestavad, et naisjooksjatele ei ole soovitatav treeninguprotsessi planeerimisel ja üldkehalise ettevalmistuse kontrollimisel kasutada ainult absoluutse jõu näitajaid, vaid arvestada tuleb ka kehakaalu ja selle dünaamikat.

Hea erialase harjutusena võib soovitada põlvetoeljooksu, kusjuures eesmärgiks olgu võrdse põlvetoelte kõrguse juures sammude sageduse suurendamine. Arvestades põlvetoeljooksus 10 sekundi jooksul sooritatud sammude arvu statistiliselt usaldatavat korrelatsiooni 100 m jooksu tagajärgedega, võiks kaaluda ka selle harjutuse rakendamist kontrollharjutusena lühimaajooksjatele.

Suhteliselt väikeses korrelatsioonis jooksutagajärgedega on meie poolt vaadeldud käte ja jalgade liigutuste sagedus liigutuste minimaalse amplituudi juures.

Reaktsioonikiirus usutavaid korrelatsioone lühimaajooksu tagajärgedega meie vaatlustes ei andnud.

KIRJANDUS

1. Henry, F. M. Force — Time Characteristics of the Sprint Start. — Research Quarterly 1952, vol. 23, nr. 1, pp. 301—318.
2. Krass, E. ja Unger, H. Kiirjooksu tagajärgede seosest mõningate kehalise arengu näitajatega korrelatsioonimeetodi ja faktoranalüüsi põhjal. — ENSV VI vabariiklik teaduslik-metoodiline konverents kehakultuuri alal. Konverentsi materjalid. Tartu 1963, lk. 61—67.
3. Ozolin, N. Kergejõustikutreeningu alused. Tallinn 1949.
4. Smith, L. E. Reaction Time and Movement Time in Four Large Movements. — Research Quarterly 1961, vol. 32, nr. 1, pp. 88—92.
5. Toomsalu, R. Reaktsiooniaja arvel kiirjooksu tagajärje parandamise ning lähtumis- ja ajamõõtmistegevuse täpsustamise meetodeist. Diss., 1957, lk. 141.
6. Toomsalu, R. Kergejõustik. ERK, Tallinn 1956, lk. 76.
7. Гундляр Г. Возраст, рост и вес участников олимпийских игр по легкой атлетике (обобщение). — Международная научно-методическая конференция. Педагогическая секция. Доклады. Москва 1962, стр. 124—126.
8. Жданова А. Г. Морфологические методы исследования и педагогический контроль в спорте. — ЦНИИФК. Материалы к итоговой научной сессии института за 1961 год. Москва 1962, стр. 126.
9. Жданова А. Г. Разработка контрольных нормативов на основе оценки морфологических особенностей спортсменов. — ЦНИИФК. Материалы к итоговой научной сессии института за 1961 г. Москва 1962, стр. 127—128.
10. Зайцев Н. Вопросы спринта. — «Легкая атлетика», 1957. № 10, стр. 16.
11. Зациорский В. М. «Research Quarterly» — научный журнал по физическому воспитанию (рефераты). — Теория и практика физической культуры 1962, № 5, стр. 61—62.
12. Зациорский В. М., Филин В. П. К теоретическому обоснованию современной методики воспитания быстроты движений. — Теория и практика физической культуры, 1962, № 6, стр. 23—26.
13. Зимкин В. Н. Физиологическая характеристика силы, быстроты движений и выносливости. — Теория и практика физической культуры, 1958, № 5, стр. 335—343.
14. Каледин С. В. Всесторонняя физическая подготовка спортсмена, ФиС, М. 1957.
15. Каледин С. В., Курицын А. Ф., Костыгова Л. А. Влияние беговых и прыжковых упражнений на развитие быстроты движений у подростков. — Тезисы и рефераты докладов итоговой конференции 22—25. I. 1963. Ленинград 1963, стр. 19—20.
16. Каледин С. В., Лукин М. С., Ашмарин Б. А., Кудрявцев Е. И., Влияние различного характера тренировки на развитие основных физических качеств спортсмена. — Теория и практика физической культуры 1958, № 11, стр. 829—834.
17. Коваль-Петренко Т. Н. Некоторые принципы тренировки спринтера в быстроте движений. — Теория и практика физической культуры, 1948, № 8, стр. 349—352.

18. Коробков А. В., Шкурдода В. А., Яковлев Н. Н., Яковлева Е. С. Физическая культура людей разного возраста. ФиС, Москва 1962.
19. Коробков А. В., Черняев Г. И., Третьяков А. Д. Методика оценки физической подготовленности спортсмена. ФиС, Москва 1962.
20. Коробов Г. Что же главное в беге спринтера? «Легкая атлетика», 1957, № 6.
21. Матеев Д. Физиологические основы функциональной подготовки в спорте. — Международная научно-методическая конференция. Пленарное заседание. Москва 1962.
22. Стампл Ф. О беге. Под ред. А. Н. Макарова. ФиС., М. 1967, стр. 24—25.
23. Уилт Ф., Аейв Зим Д. «Легкая атлетика». 1961. № 6. стр. 26—27.
24. Черкашин А. Развитие силы и быстроты у спринтеров. — «Легкая атлетика», 1956. № 12.
25. Черкашин П. И. Исследование эффективности специальных упражнений с отягощением для развития быстроты и силы бегуна на короткие дистанции, Автореферат, Омск 1957.
26. Чудинов В. И. Исследование силы мышц легкоатлета и обоснование методов и развития. Автореферат, М. 1961.
27. Чудинов В., Сила — важнейшее качество легкоатлетов. — «Легкая атлетика», 1959. № 1, стр. 14—15.
28. Шехтель А. Я., Кузнецов А. Н. — Корреляция двигательных качеств в беговом комплексе. — Сборник научно-методических работ преподавателей физического воспитания вузов (под ред. Б. В. Ковалевой). Гос. изд. «Высшая школа», М. 1962, стр. 56—64.
29. Яковлев Н. Н., Коробков А. В., Янанис С. В. Физиологические и биохимические основы теории и методики спортивной тренировки. ФиС, М. 1960.

О СВЯЗИ СКОРОСТИ БЕГА С НЕКОТОРЫМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ ФИЗИЧЕСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ И ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

Х. Унгер

Резюме

Данные исследования методики тренировки по бегу на короткие дистанции свидетельствуют о необходимости изучения взаимосвязи отдельных физических способностей.

На результаты бега на короткие дистанции влияют различные физические способности. С помощью статистическо-математических методов, в частности, методом корреляции, можно выявить взаимосвязь показателей физических способностей и физического развития. В известной степени можно определить роль отдельных физических способностей при достижении высоких спортивных результатов.

В настоящей работе мы поставили цель выяснения связи скорости бега на короткие дистанции (30 и 100 м) с результатами различных прыжков с места, с абсолютными и относительными показателями статической силы отдельных мышечных групп, с максимальной частотой движений рук и ног при минимальной

амплитуде движений, с максимальной частотой шагов при беге на месте с высоким подниманием бедра, со временем реакции, весом и ростом наблюдаемых.

Всего зарегистрировано 32 показателя у каждого наблюдаемого.

Под наблюдением находились 122 женщины и 106 мужчин в возрасте от 17 до 31 года. Большинство наблюдаемых составляли студенты, занимающиеся спортивной тренировкой по различным видам спорта в течение всего года.

Для статистической обработки материала был использован метод корреляции. Вычисления проводились в вычислительном центре ТГУ на электронно-вычислительных машинах.

Полученные данные еще раз подтверждают, что при достижении высоких спортивных результатов в беге на короткие дистанции и при улучшении скоростной подготовки большое значение имеет развитие силы. Особенно следует подчеркнуть роль развития динамической силы. Наибольшие корреляции по нашим наблюдениям имелись между результатами бега на короткие дистанции и результаты прыжков с места, особенно между результатами тройного прыжка. Поэтому из различных прыжков, применяемых в практике легкой атлетики в качестве контрольных упражнений, мы советуем использовать для бегунов на короткие дистанции в первую очередь тройной прыжок с места.

Наши наблюдения свидетельствуют о том, что выбор силовых упражнений при тренировке бегунов на короткие дистанции должны быть различными, так как уровень показателей силы всех наблюдаемых мышечных групп был в высокой корреляции с результатами бега.

Связь между показателями относительной и абсолютной силы и веса наблюдаемых с результатами бега показали, что при планировании тренировочного процесса и при проверке общей физической подготовленности у спринтеров-женщин нежелательно пользоваться в качестве контрольных упражнений только показателями абсолютной силы, но нужно учитывать вес и его динамику.

В качестве хорошего специального упражнения можно рекомендовать бег с высоким подниманием бедра. При этом основной задачей остается увеличение частоты шагов. Учитывая значительную корреляцию частоты шагов (в течение 10 секунд) при беге с высоким подниманием бедра с результатами бега на 100 метров можно рекомендовать это упражнение как контрольное упражнение для бегунов на короткие дистанции.

В относительно меньшей корреляции находятся результаты бега на 30 и 100 метров при наблюдаемой нами частоте движений рук и ног, при минимальной амплитуде движений.

В наших наблюдениях скорость реакции не дала определенных корреляций с результатами бега на короткие дистанции.

ÜBER DIE GESCHWINDIGKEIT DES LAUFES UND IHRE BEZIEHUNG ZU DEN KENNZIFFERN EINIGER KÖRPERLICHER FÄHIGKEITEN UND DER KÖRPERLICHEN ENTWICKLUNG

H. Unger

Zusammenfassung

Die Aufgabe der vorliegenden Arbeit war, festzustellen, in welcher Beziehung die Geschwindigkeit des Laufes auf kurzen Strecken (30 m und 100 m) zu den Resultaten verschiedener Sprünge aus dem Stand, zu den absoluten und relativen Kennziffern der statischen Kraft von Muskelgruppen, zu der Schnelligkeit der Hand- und Fußbewegungen der Versuchspersonen bei minimaler Amplitude der Bewegungen, zu der von den Versuchspersonen im Kniehebelauf auf der Stelle erreichten Schrittfrequenz, zu der Reaktionszeit und zu dem Körpergewicht und der Körperlänge der Versuchspersonen steht. Im ganzen wurden bei jeder Versuchsperson 32 Kennziffern registriert.

Die Beobachtungen wurden an 122 Personen weiblichen und 106 Personen männlichen Geschlecht, die im Alter von 17—31 Jahren standen, durchgeführt. Die Mehrzahl der Versuchspersonen bildeten im ganzjährigen Training stehende Studenten, die sich mit den verschiedensten Sportarten beschäftigten.

Zur statistischen Durcharbeitung des Materials wurde die Korrelationsmethode angewandt. Die Berechnungen wurden in der Rechenzentrale der Tartuer Staatlichen Universität mit Hilfe von elektronischen Rechenmaschinen gemacht.

Die Ergebnisse der Beobachtungen beweisen nochmals, daß zur Erreichung hoher sportlicher Leistungen im Kurzstreckenlauf und auch zur Verbesserung der allgemeinen Schnelligkeitsvorbereitung das Krafttraining von großer Bedeutung ist. Besonders hervorzuheben ist die Bedeutung der dynamischen Kraft.

Die größten Korrelationen zu den Ergebnissen des Kurzstreckenlaufs wiesen in unseren Beobachtungen die Ergebnisse der Sprünge aus dem Stand auf, besonders aber die des Dreisprungs aus dem Stand. Deshalb empfehlen wir von verschiedenen in der Leichtathletik bei Kurzstreckenläufern als Kontrollübungen Anwendung findenden Sprüngen in erster Linie den Dreisprung aus dem Stand.

Was die Kennziffern der statischen Kraft betrifft, so weisen unsere Beobachtungen darauf hin, daß die Auswahl der Kraftübungen im Lauftraining sehr vielfältig sein muß, denn die Größe der Kennziffern der von uns beobachteten Muskelgruppen stand in verhältnismäßig hoher Korrelation zu den Ergebnissen des Laufes.

Die Beziehungen der Kennziffern der relativen und absoluten Kraft und des Körpergewichts zu den Leistungen im Lauf bewei-

sen, daß es bei der Planierung des Trainingsprozesses und bei der Kontrolle der allgemeinen körperlichen Vorbereitung bei Läuferinnen nicht angebracht ist als Kontrollteste nur die Kennziffern der absoluten Kraft anzuwenden, sondern auch das Körpergewicht und dessen Dynamik im Betracht zu ziehen.

Als gute Spezialübung ist der Kniehebelauf zu empfehlen, wobei die Steigerung der Schritthäufigkeit bei gleichbleibender Höhe der Kniehebungen zum Ziel gesetzt werden muß. Wenn die Korrelationskoeffizienten zwischen den Zahlen der in 10 Sekunden beim Kniehebelauf ausgeführten Schritte und den Leistungen des 100 m Laufs statistisch gesichert sind, so wäre auch die Anwendung dieser Übung als Kontrollübung für Kurzstreckenläufer in Erwägung zu ziehen.

In verhältnismäßig kleiner Korrelation zu den Resultaten des Laufes steht die Schnelligkeit der von uns beobachteten Hand- und Fußbewegungen bei minimaler Amplitude der Bewegungen.

Die Reaktionsschnelligkeit ergab keine glaubwürdigen Korrelationen zu den Ergebnissen des Kurzstreckenlaufs in unseren Beobachtungen.

ÕPILASTE KEHALISE ARENGU JA FUNKTSIONAALSETE NÄITAJATE SEOSTEST

H. Tammper ja Ö. Reintam

Kehalise kasvatus ja sporditeooria kateeder
Spordimeditsiini kateeder

Õpilaste harmooniliseks arenemiseks koolis on vajalik nii vaimsete omaduste kui ka kehaliste võimete täiustamine. Kehaliste harjutuste kasulikkust vahelduseks vaimsele tööle on eksperimentaalselt kinnitanud väga paljud autorid [1—5].

Käesoleva töö eesmärgiks on selgitada organismi mõningate talitluste omavahelisi seoseid olenevalt õpilase füüsilisest arengust, kehalise kasvatus koormusest ja õppeedukusest. Samaaegselt püüdsime jälgida muutuste iseloomu eraldi poeg- ja tütarlastel.

Kasutatud uurimismeetodid kehaliste võimete ja analüsaatorse talitluse muutuste selgitamiseks erineva koormusega kehalise kasvatus korral on kirjeldatud varem avaldatud töödes (Ö. Reintam ja H. Tammper [7]; T. Kaljola ja H. Tammper [6]).

Kehaliste võimete hindamisel lisandusid antud töös põhiliste lihasgruppide jõudluse määramisele hingamisorganite talitluse uuringud: määrati võitluskapatsiteet ning rindkere ümbermõõt maksimaalsel sisse- ja väljahingamisel. Südame-veresoontkonna talitluse iseloomustamisel piirdui pulsisageduse lugemisega. Elektrofüsioloogilistest näitajatest võeti vaatluse alla naha elektriline tundlikkus m. flexor digitorum superficialis motoorse täpi kohal, sama lihase motoorne reobaas ja kronaksia. Tsentraalnärvisüsteemi talitluslikku seisundit ja silma elektrilist erutuvust hinnati fosfeeninähtuse ilmumise kaudu. Nägemisanalüsaatori funktsionaalset labiilsust märgiti elektriliste ärrituste kriitilise sageduse järgi, mille ületamisel fosfeeninähtus kadus.

Üldse uuriti 67 seitsmeaasta klassi õpilast (35 tütar- ja 32 poeglast). Tulemuste statistiline analüüs korrelatsioonimeetodil teostati 21 näitaja alusel: kehalise kasvatus tunnikoormus nädalas, spordikooli staaž, õppeedukus, vanus, kasv, kaal, pulsisagedus, võitluskapatsiteet, rindkere ümbermõõt sissehingamisel, väljahingamisel ja hingamisekskursiooni ulatus, naha reobaas, lihase reobaas ja kronaksia, silma elektriline ärrituslävi ja nägemisanalüsaatori funktsionaalne labiilsus, hüppevõime, selja dünamomeetria, kõhulihaste jõud, paindumusulatus ette ning selilihamangust käed üles käärimise võtmise kiirus.

Korrelatsioonikoefitsiendid poeglaste osas on toodud tabelis 1, tütarlaste kohta tabelis 2.

Usutavad korrelatsioonid (tütarlastel $r \geq 0,33$, poeglastel $r \geq 0,35$) saime järgmiste näitajate vahel:

Poeglaste vanus oli positiivses korrelatsioonis kaalu, hüppevõime, selja dünamomeetria näitaja, painduvuse, rindkere ümbermõoduga sisse- ja väljahingamisel ning vitaalkapatsiteediga. Negatiivne korrelatsioon ilmnis poeglastel vanuse ja kõhulihaste jõu vahel. Tütarlastel oli vanus usutavas seoses vaid vitaalkapatsiteediga.

Kasvu suurenemine oli nii poeg- kui ka tütarlastel positiivses korrelatsioonis kaalu, selja dünamomeetria näitaja ja hüppevõimega (viimane ainult poeglastel), samuti ka vitaalkapatsiteedi ja rinnakorvi ümbermõoduga (tütarlastel nii sisse- kui ka väljahingamisel, poeglastel ainult sissehingamisel). Silma elektrilise tundlikkuse näitaja oli kasvuga negatiivses korrelatsioonis. Negatiivne korrelatsioon kasvuga esines tütarlastel ka lihase kronaksial.

Kaalu suurenedes suurenevad poistel hüppevõime, dünamomeetria näitajad, lihase elektriline ärrituslävi, vitaalkapatsiteet ja rinnakorvi ümbermõõt sissehingamisel. Rindkere ümbermõõt väljahingamisel oli negatiivses korrelatsioonis kaalu suurenemisega. Tütarlastel jäid kaaluga positiivsesse korrelatsiooni rinnakorvi ümbermõõt sissehingamisel, kuid mõningate kehaliste võimete näitajad (painduvus, kägariste), pulsisagedus ja õppeedukus aga negatiivsesse korrelatsiooni.

Kehalise kasvatuse nädalakooormuse suurenemine soodustab poiste kehalistest võimetest hüppevõimet, kõhulihaste jõudu ja kägaristete võtmise kiirust. Tüdrukutel kaasneb nädalakooormuse suurenemisega hüppevõime, selja- ja kõhulihaste jõu, painduvuse, vitaalkapatsiteedi ja rindkere ekskursiooni suurenemine.

Kehalised võimed (hüppevõime, selja dünamomeetria näitajad, kõhulihaste jõud, painduvus, kägaristete arv) suurenevad poistel koos koormuse suurenemisega, millega seostub parem hingamisorganite arenemine (vitaalkapatsiteedi ja rinnakorvi ümbermõõdu suurenemine).

Spordikooli staaži suurenemisega arenes hüppevõime ja kõhulihaste jõud. Lisaks sellele vähenes tütarlastel lihaste reobaas ja poeglastel paranes õppeedukus.

Koos mõningate kehaliste võimete suurenemisega (selja- ja kõhulihaste jõud, kägaristete arv) tütarlastel närvisüsteemi erutuvuse näitajad (silma, lihase ja naha reobaas) vähenevad. Lihase kronaksia näitajad on aga tihedas positiivses korrelatsioonis painduvusega. Mõningate lihasjõu näitajate suurenemisel (selja dünamomeetria) võis konstateerida õppeedukuse langust. Poistel selliseid nähtusi ei esinenud.

Hingamisorganite talitluse näitajad (vitaalkapatsiteet ja rinnakorvi ümbermõõt sissehingamisel) olid positiivses korrelatsioonis kaalu ja kasvuga ning enamiku kehaliste võimete arengu näitajatega.

Poeglaste naha tundlikkus on positiivses korrelatsioonis kas-

vuga ning lihaste reobaas kaaluga. Naha ja lihaste reobaas on ka positiivses korrelatsioonis nii poistel kui tütarlastel.

Tütarlastel on lihaste reobaas negatiivses korrelatsioonis spordikooli staaži ja kõhulihaste jõu suurenemisega. Tihe negatiivne korrelatsioon esineb neil ka naha tundlikkuse ja kägaristete kiiruse vahel.

Poeglastel olid lihaste kronaksia näitajad negatiivses korrelatsioonis lihaste ja naha reobaasiga ning rindkere ümbermõduga sissehingamisel. Lihaste kronaksia oli tütarlastel positiivses korrelatsioonis õppeedukuse ning painduvusega (0,94) ja negatiivses kasvuga.

Silma reobaasi osas saime tütarlastel negatiivsed korrelatsioonid mõningate kehalise arengu (kasv, selja dünamomeetria näitajad, kägaristete arv) ja funktsionaalsete näitajatega (vitaalkapatsiteet, pulsisagedus). Silma labiilsus jäi reobaasiga positiivsesse korrelatsiooni ainult tütarlastel. Poeglastel jäi silma reobaas kasvuga negatiivsesse, kuid kõhulihaste jõuga positiivsesse korrelatsiooni.

Poeglastel oli närvisüsteemi labiilsus positiivses korrelatsioonis rinnakorvi ekskursiooniga, tütarlastel aga silma elektrilise tundlikkusega.

Pulsisagedus oli poeglastel positiivses korrelatsioonis silma reobaasi ja õppeedukusega ning negatiivses kehalise kasvutuse nädalakooormusega. Tütarlastel jäi pulsisagedus negatiivsesse korrelatsiooni kaalu ja mõningate kehaliste võimete näitajatega (hüppevõime, kägaristete kiirus). Parema õppeedukuse puhul oli tütarlastel kaalu, selja dünamomeetria näitajad ja rindkere ümbermõõt sissehingamisel väiksemad. Parema õppeedukuse puhul oli ka lihase labiilsus väiksem.

Kirjeldatud uuringute andmed näitavad, et seitsmenda klassi poeglastel (13—14-aastased) toimub intensiivne kehaline areng. Eriti suureneb hüppevõime, seljalihaste jõud ja rinnakorvi ümbermõõt. Tütarlaste kehalised võimed samas klassis ei ole sõltuvuses vanusest.

Kasvu suurenemisega kaasneb üldiselt kehaliste võimete ja närvisüsteemi erutuvuse suurenemine (madalam künnisärritus elektrilise fosfeeni ilmunisel). Eriti avaldus viimane tütarlastel, kelle kasv oli kronaksiaga usutavas negatiivses korrelatsioonis — mida suuremaks osutus kasv, seda suurem oli labiilsus (lihase kronaksia vähenemise alusel). Poeglastel väljendus kaalu suurenemisel selgemini kehaliste võimete ja hingamissüsteemi funktsionaalne areng. Tütarlastel kaalu suurenemisel vereringe ja hingamisanigid arenevad, kuid kehalised võimed ja õppeedukus ei muutu paremaks.

Poeglaste kehaliste võimete arenemisel etendas olulist osa

Tabel 1**Tabel 2****Tabel 2**[illegible]

spordikool. Spordikooli staaž oli neil ka õppeedukusega positiivses korrelatsioonis.

Tütarlastel kaasnes enamarenenud kehaliste võimetega närvisüsteemi suurem erutuvus ja lihase kronaksia suurenemine. Viimase alusel võib arvata, et närvisüsteemi labiilsus vähenes.

Seega kokkuvõttes võime märkida, et kehalise kasvatuse tundide arvu suurendamine soodustas 7. klassi poeglaste arenemist ja tuli kasuks õppeedukusele.

Järeldused

1. 13—14-aastaste õpilaste kehaliste võimete ja funktsionaalsete näitajate areng poeg- ja tütarlastel ei kulge paralleelselt.

2. Tütarlastel osutub suuremate kehaliste võimete puhul närvisüsteem erutuvaks, kuid närvisüsteemi labiilsus väikseks. Samaealistel poeglastel nimetatud nähtused puudusid.

3. Suurema spordikoolistaažiga poeglaste õppeedukus oli märksa kõrgem. Samaealistel tütarlastel sellist sõltuvust ei esinenud.

KIRJANDUS

1. Крестовников А. Н. Очерки по физиологии физических упражнений. М., ФиС., 1951.
2. Розенблат В. В. Проблема утомления. М., Медгиз, 1961.
3. Антропова М. В. Организация режима для школьника. М., 1952.
4. Силла Р. В. Влияние увеличенного количества уроков физического воспитания на развитие школьников. — Сборник докладов четвертой научной конференции Таллинского научно-исследовательского института эпидемиологии, микробиологии и гигиены. Таллин, 1963, стр. 290—308.
5. Теосте М. Э. О влиянии уроков труда и уроков физического воспитания на работоспособность школьников. — Сборник докладов четвертой научной конференции Таллинского научно-исследовательского института эпидемиологии, микробиологии и гигиены. Таллин, 1963, стр. 325—329.
6. Кальола Т., Таммпере Х. Влияние физического воспитания в режиме учебного дня на изменения способности концентрации внимания у учащихся. — Сборник докладов пятой научной конференции Таллинского научно-исследовательского института эпидемиологии, микробиологии и гигиены. Таллин, 1964, стр. 132—134.
7. Рейнтам Ы., Таммпере Х. О влиянии различной нагрузки физического воспитания у учеников 7-го класса средней школы. — Республиканская VII научно-методическая конференция по физической культуре ЭССР. Таллин, 1964, стр. 210—211.

О ВЗАИМОСВЯЗИ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ УЧЕНИКОВ

Х. Таммпере, Ы. Рейнтам

Резюме

Исследовались 67 учеников 13—14-летнего возраста (35 девочек и 32 мальчика седьмых классов). Корреляционным методом провели статистический анализ по следующему 21 показателю: количество часов физического воспитания в школе за неделю, стаж в спортивной школе, успеваемость, возраст, рост, вес, частота пульса, жизненная емкость легких, окружность грудной клетки во время вдоха и выдоха, дыхательная экскурсия, реобазы кожи, реобазы и хронаксия мышц, электрическая возбудимость глаза (по фосфену), функциональная лабильность зрительного анализатора. Исследовались также физические способности — прыгучесть, становая динамометрия, сила брюшных мышц, гибкость, скорость приседания в группировке.

Полученные данные показали, что развитие физических способностей и функциональных показателей у мальчиков и девочек 13—14-летнего возраста не одинаково. У мальчиков с большим спортивным стажем отмечалась хорошая успеваемость в школе, у девочек такой зависимости не было. Наоборот, если девочки этого возраста достигали хороших результатов по физическим способностям, то у них падала лабильность нервной системы. У мальчиков этого не наблюдалось.

ÕPILASTE KEHALISEST ARENGUST PIONEERILAAGRI I VAHETUSES

Õ. Reintam ja H. Tammperre

Spordimedit siini kateeder

Kehalise kasvatuse ja sporditeooria kateeder

Pioneerilaagrites viibivad tavaliselt terved lapsed ja põhiline tähelepanu pühendatakse seal mängude, võistluste jt. lastele loomupärast huvi pakkuvate ürituste korraldamisele. Ühelt poolt peavad need üritused arendama laste füüsilisi ja vaimseid võimeid, kuid teisest küljest on nad aktiivse puhkuse vormiks pärast pingutavat aastaringset õppetööd koolis.

Süsteemaatiline uurimistöö puhkeperioodi efektiivsuse selgitamiseks on piirdunud tavaliselt morfoloogiliste arengunäitajate jälgimisega (V. M. Levin [1—2], V. D. Vanhanen [3] jt.) Õpilaste füüsilist arengut seoses spordi ja õppetööga on uurinud aga paljud autorid (A. N. Krestovnikov, V. V. Rosenblat, M. V. Antropova, R. V. Silla, S. Teoste, A. Viru, S. Oja, H. Tammperre, Õ. Reintam jt.).

Arstliku kontrolliga väljaselgitatavad näitajad õpilaste arengust pioneerilaagrites peegeldavad küll morfoloogilisi muutusi, kuid ei anna ülevaadet samaaegsest funktsionaalse seisundi dünaamikast. E. G. Kunaševa [4] mõõtis pioneerilaagris küll nahaanalüsaatori erutuvuse muutusi, kuid ei sidunud saadud andmeid teiste morfoloogilis-füsioloogiliste näitajatega. V. M. Levin [1, 2], määrates pioneerilaagrites viibivate laste morfoloogilisi ja vereringe näitajaid, viitab vajadusele uurida ka hingamisorganite ja närvisüsteemi talitluse näitajaid. Õpilaste närvisüsteemi funktsionaalsete näitajate uurimine piirdub tavaliselt närvisüsteemi orgaaniliste haiguste ja tugevasti väljendunud funktsionaalse talitluse häirete käsitlemisega ja seda peamiselt küsitluse, kõõlusereflekside ja dermograafismi uurimise teel (M. A. Minkevits [5]).

Käesoleva töö eesmärgiks oli selgitada pioneerilaagris viibimise mõju 12—14-aastaste õpilaste morfoloogiliste ja funktsionaalsete näitajate põhjal.

Vaatlustel mõõdeti järgmisi näitajaid: kasv, kaal, kopsu eluline maht, pulsisagedus ja vererõhk (Korotkovi järgi). Elektronstimulaatorite abil uuriti

naha subjektiivset tundlikkust pindmise sõrmedepainutaja lihase motoorse täpi kohalt ning lihaste motoorse talitluse hindamiseks määrati sama lihase reobäas ja kronaksia. Määrati nägemisanalüsaatori elektriline tundlikkus ja funktsionaalne labiilsus. Mõõdeti ka peamised lihasjõu näitajad, mõlemate käte lihaste üheaegne dünamomeetria, seljalihaste dünamomeetria, paigalt üleshüppe kõrgus, paindumus. Samuti arvestati õpilaste pidevat kehalist koormust möödunud õppeaastal ja sportlikku staaži.

Uuringud toimusid Võrtsjärve pioneerilaagris 1964. a. esimeses vahetuses 35 õpilasega (19 poissi ja 16 tütarlast). Teisel laagripäeval mõõdeti ainult kaalu ja kasvu, kuna kehalised võimed ja funktsionaalsed näitajad registreeriti kolmandal laagris viibimise päeval. Samasugused mõõtmised tehti pärast 22-päevast laagris viibimist — s. o. 2 päeva enne laagri lõppu. Põhjalikumalt uuriti laagris viibivaid 12—14-aastasi pioneere.

Eelneva õppeaasta kehalise kasvatus e nädalakoormuse järgi jagunesid vaatlusalused järgmiselt:

Eelneva õ/a. kehalise kasvatus e nädalakoormus	Poeglapsed	Tütarlapsed
6—10 t.	10	10
2 t.	9	6
Kokku	19	16

Alates neljandast laagripäevast käisid lapsed iga päev järves suplemas. Muus osas viidi läbi tavaline pioneerilaagri režiim väiksemate matkade, sportlike ja kultuuriliste üritustega. Laagris viibimise aja jooksul tundsid vaatlusalused endid tervetena, välja arvatud üks poeglaps, kes oli mõni päev haige päikese põletuse tõttu.

Vaatluste tulemused näitavad, et morfoloogiline areng toimus poeg- ja tütarlastel erinevalt. Kasvu keskmine iive poeglaste rühmas oli kolme nädala jooksul 1,5 cm, kuna tütarlastel oli see näitaja poole väiksem. Kuigi kõik poeglapsed kasvasid, ei esinenud kõigil kaaluivet.

Erinevalt poeglastest esines kõigil uuritavatel tütarlastel kaaluivet, samal ajal kui kõigil neist ei täheldatud kasvuiivet. Keskmine kaaluivet (700—800 g) oli poeg- ja tütarlastel ühtlane ning polnud sõltuvuses varasemast sportlikust tegevusest.

Kasvu (pikkuse) absoluutsed näitajad piirdusid keskmiselt 147—159 sentimeetriga. Seega nad oluliselt ei erine keskmistest statistilistest näitajatest, mis on toodud E. K. Närskas [6] ja J. Auli [9] poolt eesti kooliõpilaste kohta.

Kopsude vitaalkapatsiteet suurenes kõigil spordiga varem süstemaatiliselt mitte tegelnud poeg- ja tütarlastel keskmiselt 120—140 cm³ ulatuses. Kopsude vitaalkapatsiteedi suurenemine oli sportlastest ja nn. mittesportlastest tütarlastel tunduvalt erinev. Eelneva õppeaasta vältel spordiga tegelnud tütarlastel kopsude vitaalkapatsiteet laagri ajal praktiliselt ei muutunud (keskmine suurenemine ainult 50 cm³), kuna sportlikku staaži mitteomavatel tütarlastel kopsude vitaalkapatsiteet suurenes keskmiselt 142 cm³. Spordiga mittetegelnud tütarlaste kopsu maht

(absoluutarvudes) jääb sellest hoolimata maha spordiga regulaarselt tegelnud tütarlaste kopsu mahust. Kopsu mahu absoluutsete näitajate keskmised ei erinenud oluliselt N. A. Šalkovi [7] poolt toodud statistilistest keskmistest.

Vereringe näitajate dünaamika osas selgus, et pulsisageduse keskmine, mis kolmandal laagripäeval oli 85—95 lööki minutis, s. o. küllaltki kõrge, langes peale kolmenädalast laagris viibimist 78—87-ni. Süstoolse vererõhu keskmised uuritavates gruppides ulatusid algul 100-st—106-ni ja diastoolse rõhu näitajad 54—59 mm Hg. Laagris viibimise ajal süstoolne rõhk langes ja diastoolne tõusis, nii et nende näitajate väärtus oli vastavalt 92—98 ja 58—64. Vastavalt sellele langes pulsi rõhk 45—50-st 31—35 mm-ni Hg.

Naha tundlikkus elektrilise ärrituse suhtes oli küllaltki ühtlane, keskmiste näitajatega 8,6—10,2 V laagriaaja algul ja 9,1—12,4 V laagriaaja lõpul. Pindmise sõrme painutaja lihase reobaas laagriaaja algul vastas tüdrukutel (olenemata sportliku treeningu staažist) ligikaudu 19 voldile, poistel aga 25 voldile. Laagriaaja lõpuks olid vastavad näitajad tüdrukutel 25 ja poistel 29 V. Seejuures lihase kronaksia, mis oli laagriaaja algul rühmiti väga erinev (keskmistega 0,058 kuni 0,096 msek.), ühtlustus tunduvalt laagris viibimise ajal, kusjuures spordistaažiga poistel ja spordiga vähe tegelnud tüdrukutel vähenesid need näitajad 0,024 kuni 0,046 msek. võrra, ülejäänud kahel rühmal aga suurenesid 0,002—0,008 msek. võrra.

Silma elektrilise tundlikkuse näitajad olid laagriaaja algul rühmitunud analoogiliselt lihase kronaksia näitajatega (sportlastest poeglastel ja spordiga mittetegelnud tütarlastel võrdselt 2,5 volti, ülejäänud kahel rühmal aga — 1,9 volti). Laagriaaja lõpuks olid silma elektrilise reobaasi keskmised võrdsed sportlaste (nii tüdrukute kui poiste) osas. Varem sporti mitteharrastanud tütarlastel tõusis reobaas laagriaaja vältel keskmiselt 3 voldini, kuna vastaval poeglaste grupil langes 1,6 V. Üldiselt tütarlastel labiilsus laagrisoleku ajal suurenes, poeglastel oli aga tendents selle vähenemisele.

Spordiga mittetegelnud tütarlaste lihasejõud oli oluliselt väiksem teiste õpilaste lihasejõust. Esimestel ulatus kätelihaste jõud keskmiselt 36 kg-ni ning seljalihaste jõud 60-ni, kuna teistel gruppidel oli keskmine kätelihaste jõud 50—52 kg ning seljalihaste jõud 73—80 kg. Laagrisoleku ajal suurenesid jõu näitajad kõikidel rühmadel, välja arvatud õppeaasta vältel spordiga tegelnud tütarlapsed. Viimastel käte jõud dünamomeetria järgi isegi mõningal määral vähenes — laagriaaja algul oli kätelihaste dünamomeetria keskmine 51,8, lõpul aga 50,6 kg. Seljalihaste dünamomeetria näidud tõusid laagri lõpuks kõikides gruppides keskmiselt 2,4—5,6 kg võrra. Tütarlaste hüppevõime mõnevõrra vähenes, poeglastel aga suurenes.

Painduvuses oli poeglastel ilmne vahe olenevalt sportlikust ettevalmistusest. Erinevus avaldus samuti poeg- ja tütarlaste vahel. Nii suutsid spordiga tegelnud poeglapsed puudutada sirgete põlvedega ette painutades punkti, mis asus jalgade toetuspinnast 2,6 cm võrra madalamal. Mittesportlastest poeglastel oli vahe jalgade toetuspinna ja küünitatud punkti vahel aga 0,7 cm. Sama näitaja küündis tütarlastel-sportlastel 6,4-ni, mittedportlastel aga 4,25 cm-ni. Laagriaja lõpuks suurenes sportliku staažita poeglaste painduvus tunduvalt, küündides 3,0 cm-ni. Seega suurenes viimati märgitud grupil kolme nädala vältel painduvus 2,3 cm võrra, ülejäänud gruppidel aga ainult 0,7—0,9 cm võrra.

Saadud andmetest järeldub, et antud pioneerilaagri tingimustes kulgesid 12—14-aastastel õpilastel morfoloogilised ja funktsionaalsed muutused rühmiti erinevalt. Poeglapsed kasvasid intensiivsemalt kui tütarlapsed, olgugi et nende kaaluübe keskmised olid enam-vähem ühtlased. Sportliku staažiga tütarlastel laagriaja kestel kopsu maht peaaegu ei suurenenud, millest võib järeldada, et rindkere hingamisekskursiooni kindlustavad skeleti lihased ja diafragma laagris viibimise ajal neil ei arenenud. Tagasimineku tendentsi näitas lihasejõud nii kätelihaste dünamomeetrias kui ka hüppevõimes. See kinnitab arvamust (L. B. Gubman [8]), et suvel intensiivse treeningu puudumisel organismi funktsionaalsed võimed vähenevad.

Teisest küljest, närvisüsteem (otsustades naha ja lihaste reobaasi ning kronaksia järgi) muutus neil tütarlastel vähem erutuvaks, kusjuures tsentraalnärvisüsteemi labiilsus näitas tõusutendentsi. Viimase üle otsustasime fosfeeni vilkumise kadumise kriitilise sageduse järgi silmas. E. N. Semenovskaja ja M. J. Strutškova (1948, 1949, 1953) selgitasid, et nägemisanalüsaatori funktsionaalne labiilsus iseloomustab selle analüsaatori kortikaalsemate struktuuride funktsionaalset seisundit. Seepärast nägemisanalüsaatori funktsionaalse labiilsuse uurimine fosfeeni vilkumise kadumise kriitilise sageduse järgi silmas võimaldas meil uurida kesknärvisüsteemi talitluse seisundit.

Südame löögisageduse aeglustumine ja pulsi rõhu vähenemine näitavad, et toimus adaptatsioon ja veresoonte elastsuse suurenemine. Seega, vaatamata lihasejõu vähenemistendentsile sportliku staažiga tütarlastel, muutus nende vereringe ja kesknärvisüsteemi talitus paremaks.

Tütarlastel, kes polnud spordiga õppetöö kestel tegelnud, suurenes lihasejõud laagris mõningal määral, kusjuures kronaksia lühenes. Samaaegne kopsude vitaalkapatsiteedi suurenemine, südame löögisageduse harvenemine, veresoonte erastsuse tõus ning kesknärvisüsteemi labiilsuse suurenemine lubavad järeldada, et spordiga vähe tegelnud tütarlastele oli pioneerilaagri tegevus jõukohane ja soodustas nende funktsionaalset

talitlust. Võib arvata, et pioneerilaagri tingimused on heaks üleminekuvormiks spordiga mittetegelnud tütarlaste lülitamiseks sportlikku tegevusse.

Poeglaste intensiivse kasvuga koos suurenes ka nende lihasejõud. Eriti sporti mitteharrastanud poeglaste painduvus paranes. Teiselt poolt avaldus poeglastel tsentraalnärvisüsteemi labiilsuse vähenemise tendents (vastupidi tütarlastele), mille juures närvisüsteemi erutuvus tõusis. Nähtavasti seostub see kasvu intensiivistumisega.

Kokkuvõttes peab märkima, et pioneerilaagri tegevus mõjustab kasvava organismi talitlust olenevalt selle eelnevast funktsionaalsest seisundist (erinevused sportlikus ettevalmistuses) ja morfoloogilise arenemise potentsiaalset (soolised erinevused).

KIRJANDUS

1. Левин В. М. Медико-санитарное обслуживание подростков в загородном оздоровительном лагере или доме отдыха. — Летняя оздоровительная работа с детьми и подростками. М., Медгиз, 1951.
2. Левин В. М. К методике учета и изучения эффективности пребывания детей и подростков в летних загородных оздоровительных учреждениях. — Там же.
3. Ванханен Д. В., Вопросы охраны здоровья детей и подростков. — Материалы научной конференции по республиканской проблеме «Охрана здоровья детей и подростков». Гос. мед. изд. УССР, Киев, 1963, стр. 124—129.
4. Кунашева Е. Г. Адекватметрия кожного анализатора у детей школьного возраста. — Там же, стр. 384—385.
5. Минкевич М. А. Врачебный контроль за физическим воспитанием в школе. М., Медгиз, 1957.
6. Нярска Э. К. Физическое развитие школьников г. Таллина. — Гигиена детей и подростков. Ленинград, 1958.
7. Шалков Н. А. Вопросы физиологии и патологии дыхания у детей. Медгиз, М., 1957.
8. Губман Л. Б. О физиологических сдвигах в организме юных спортсменов под влиянием тренировки. — Материалы шестой научной конференции по вопросам возрастной морфологии, физиологии и биохимии. М., 1963, стр. 312—313.
9. Aul, J. Antropoloogia-alaseid töid I. — TRU Toimetised, vihik nr. 5. Tartu, 1964, lk. 109—117.

О ФИЗИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ УЧЕНИКОВ В I СМЕНЕ ПИОНЕРСКОГО ЛАГЕРЯ

Ы. Рейнтам, Х. Таммпере

Резюме

Исследования проводились в пионерском лагере над учениками 12—14-летнего возраста. Исследования заключались в выяснении влияния пребывания в первой смене пионерского лагеря на морфологические и функциональные показатели. Полученные данные показали, что изменения зависят от предыдущей спортивной подготовки в течение учебного года. Выяснилась разница в функциональных изменениях между девочками и мальчиками.

Так, у девочек, которые во время учебного года занимались спортом, в пионерском лагере показатели мышечной силы уменьшались, в то же время лабильность центральной нервной системы повышалась. У девочек, не занимавшихся спортом зимой, функциональные показатели в лагере улучшились. Можно предполагать, что пионерский лагерь является хорошим переходным этапом к дальнейшим систематическим занятиям спортом.

Мальчики 12—14-летнего возраста в лагере интенсивно росли, одновременно у них улучшались показатели мышечной силы. Наряду с этим возбудимость нервной системы возросла, но лабильность центральной нервной системы уменьшалась.

ВЛИЯНИЕ УМСТВЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ДВИГАТЕЛЬНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

А. Соосаар, А. Виру

Проблемная научно-исследовательская лаборатория
по основам мышечной деятельности человека

Для современной жизни характерно, с одной стороны, уменьшение физической работы на производстве и в быту, а с другой стороны, значительные нервно-психические и умственные нагрузки. Умственные нагрузки в виде учебы или профессиональной работы часто непосредственно чередуются с двигательной деятельностью в виде физкультурных мероприятий и производственных операций. В исследованиях, касающихся этого чередования, внимание сосредоточено только на изменении умственной работоспособности под влиянием физической нагрузки. Отмечалось, что положительное или отрицательное влияние физических нагрузок на умственную работоспособность зависит от отношения физической нагрузки и подготовленности к ней организма [1, 3]. Вторая сторона вопроса — влияние умственной нагрузки на двигательную деятельность — не привлекла внимания исследователей, хотя А. Моссо [2] еще в прошлом веке показал, что физическая работоспособность уменьшается под влиянием умственной нагрузки.

В данной работе содержатся результаты изучения влияния умственной нагрузки на образование и усовершенствование двигательных навыков, двигательные качества и приспособление организма к работе. В качестве умственной нагрузки использовалось решение арифметических задач в течение 2—3 часов.

Для выяснения влияния умственной нагрузки на процесс образования и усовершенствования двигательных навыков проводились наблюдения над 16 испытуемыми — членами школьной секции легкой атлетики (возраст 15—18 лет), которых разделили на две группы. В течение двух тренировочных занятий испытуемые работали над усовершенствованием техники барьерного бега.

Перед первым занятием испытуемым первой группы и перед вторым занятием испытуемым второй группы была дана умст-

венная нагрузка. Результаты бега на 30 м с барьерами после умственной нагрузки были значительно хуже, чем во время контрольного занятия. К концу занятия после умственной нагрузки испытуемые смогли улучшить свои результаты только до уровня, который наблюдался в начале контрольного занятия. Общее улучшение результатов, наблюдавшееся во время контрольного занятия, отсутствовало (см. табл. 1)

Таблица 1

Изменения скорости бега на 30 м с барьерами
в течение тренировочного занятия после умственной
нагрузки и контрольного занятия

	Время бега в начале заня- тия (в сек)	Время бега при окон- чании заня- тия (в сек)	Разница между средними	t	P
Время бега при конт- рольном занятии	$5,2 \pm 0,050$ ¹ 0,20 ²	$5,0 \pm 0,057$ 0,23	$0,2 \pm 0,07$	2,85	<0,02
Время бега при заня- тии после умствен- ной нагрузки	$5,6 \pm 0,060$ 0,26	$5,2 \pm 0,043$ 0,17	$0,4 \pm 0,07$	5,71	<0,01
Разница между сред- ними	$-0,4 \pm 0,08$	$0,2 \pm 0,07$			
t	5,0	2,85			
P	<0,01	<0,02			

¹ Арифметическое среднее \pm средняя ошибка.

² Среднее квадратичное отклонение.

В наблюдениях над 9 учениками средней школы (возраст 16—18 лет) и над 5 студентами физкультурного факультета (возраст 19—21 год) изучалось влияние умственной нагрузки на двигательные качества и приспособление организма к физической нагрузке. До и после 2,5 часовой умственной нагрузки (арифметикой) проводились:

1) определение скрытого периода элементарных двигательных реакций;

2) одномоментная работа на велоэргометре в предельном темпе, причем непрерывно регистрировалась частота сердечных сокращений с помощью кардиотаксометра и повторно (с частотой 6—8 раз в минуту) измерялось кровяное давление по Короткову;

- 3) бег на 20 м;
- 4) прыжок в длину с места (три попытки);
- 5) повторные жимы штанги весом 40 кг до отказа.

Были проведены и контрольные наблюдения, при которых эти тесты повторялись через 2,5 часа без умственной нагрузки.

При статистической обработке полученных данных выяснилось:

1) после умственной нагрузки понижается скорость двигательных реакций и способность к выполнению упражнений, зависящих от скоростных и скоростно-силовых качеств (бег на 20 м, прыжок в длину с места), но существенно не изменяется способность к выполнению упражнений, требующих силовой выносливости (повторные жимы) — см. табл. 2;

Таблица 2

Изменение двигательных способностей
под влиянием умственной нагрузки

Тест	Условия	Средний результат \pm средняя ошибка	Среднее квад- ратичное от- клонение	Разница	t	P
Бег на 20 м (время в сек)	до нагрузки	3,1 \pm 0,027	0,10	-0,2 \pm 0,042	4,7	<0,01
	после нагрузки	3,3 \pm 0,027	0,10			
Прыжок в длину с места (см)	до нагрузки	217 \pm 4,1	13,3	-17 \pm 5,8	2,93	<0,02
	после нагрузки	234 \pm 4,1	15,3			
Время двигатель- ных реакций (в сек)	до нагрузки	0,15 \pm 0,004	0,014	-0,04 \pm 0,006	6,6	<0,01
	после нагрузки	0,19 \pm 0,005	0,016			
Повторные жимы штанги (число повторений)	до нагрузки	10 \pm 1,1	3,16	0		
	после нагрузки	10 \pm 1,8	4,20			

2) в большинстве случаев умственная нагрузка вызывала ускорение сердечной деятельности и повышение артериального давления, но разница между средними оказалась статистически недостоверной ($P > 0,05$);

3) после умственной нагрузки, несмотря на незначительное уменьшение количества оборотов, совершенных в течение 1 минуты работы, частота сердечных сокращений повышается больше во время работы, достижение устойчивого уровня ее во время

работы и повышение артериального давления после работы протекают медленнее, а период восстановления после работы удлиняется (судя по суммарному количеству ударов сердца в течение 3 минут после окончания работы и уровню артериального давления 3 мин. после окончания работы) — см. табл. 3;

Таблица 3

Изменение функциональных сдвигов деятельности сердечно-сосудистой системы при работе (1-минутная работа на велоэргометре в максимальном темпе) до и после умственной нагрузки

Показатель		Средняя \pm средняя ошибка	Среднее ква- дратичное от- клонение	Разница	t	P
Частота сердца до работы	до нагрузки	83 \pm 4,03	15,07	— 6 \pm 5,05	1,19	>0,2
	после нагрузки	89 \pm 3,75	14,04			
Максимальное ар- териальное дав- ление до работы	до нагрузки	132 \pm 3,72	13,92	— 7 \pm 5,59	1,25	>0,2
	после нагрузки	139 \pm 4,17	15,62			
Наивысшая частота сердца во время работы	до нагрузки	156 \pm 2,78	10,44	—13 \pm 3,91	3,31	<0,01
	после нагрузки	169 \pm 2,77	10,39			
Наивысший уровень максимального артериального давления	до нагрузки	199 \pm 5,11	19,1	—10 \pm 7,39	1,30	>0,2
	после нагрузки	209 \pm 5,37	20,10			
Время наивысшего уровня максимального артериального давления по окончании работы (в сек)	до нагрузки	47 \pm 3,32	12,45	—20 \pm 6,71	2,96	<0,02
	после нагрузки	67 \pm 5,83	21,84			
Суммарное количество ударов сердца в течение 3 мин. после работы	до нагрузки	361 \pm 6,22	23,28	—47 \pm 9,01	5,21	<0,01
	после нагрузки	408 \pm 6,52	24,39			
Максимальн. артер. давление 3 мин. после окончания работы	до нагрузки	149 \pm 4,86	18,19	—20 \pm 7,31	2,73	<0,02
	после нагрузки	169 \pm 5,47	20,49			
Количество оборотов педаль	до нагрузки	135 \pm 3,0	11,03	6 \pm 3,83	1,57	>0,1
	после нагрузки	129 \pm 2,9	9,16			

4) все отмеченные изменения не имели статистической достоверности при контрольных наблюдениях, проведенных над 8 исследуемыми.

Данные о значительном влиянии умственной нагрузки на работоспособность спортсмена подтвердились анкетными опросами 50 спортсменов. Из них 30 спортсменов заявили, что предшествующая умственная нагрузка значительно затрудняет обучение техники. 45 спортсменов сообщили, что во время экзаменационной сессии тренировочные занятия кажутся утомительнее обычных. В дополнение к этому 34 из опрошенных отметили, что во время экзаменационной сессии снижение веса тела является более значительным после тренировки, чем обычно. Ряд спортсменов отметил, что во время экзаменационной сессии большие тренировочные нагрузки вызывают ухудшение самочувствия после занятия и значительная усталость сохраняется до следующего дня.

По-видимому, изменения в функциональном состоянии центральной нервной системы выражаются в понижении возбудимости и подвижности, что является причиной удлинения времени двигательных реакций, ухудшения скоростных и скоростно-силовых качеств, затруднения в технической подготовке и возникновения более инертной регуляции вегетативных функций.

Таким образом, развивающееся во время одной нагрузки истощение некоторых компонентов сложно-рефлекторной регуляции деятельности целостного организма, так или иначе сказывается на общей дееспособности организма и приспособлении к следующей нагрузке. При умственной нагрузке процессы истощения сосредоточиваются, в первую очередь, в центральной нервной системе, но при особенно значительных и длительных нагрузках соответствующие изменения в организме могут иметь и более обширный характер. Так, по клиническим исследованиям состояние психической усталости характеризуется общей эндокринной недостаточностью в связи с понижением функций гипофиза [4, 5].

Заключение

Под влиянием умственной нагрузки скоростные и скоростно-силовые качества двигательного аппарата понижаются, а регуляция вегетативных функций при физической нагрузке становится более инертной, чем до умственной деятельности. После умственной нагрузки затруднено образование и усовершенствование двигательных навыков.

В связи с этим, при создании рационального режима, после значительной умственной нагрузки не следует планировать обучение двигательными действиями и резкие переходы на значительные физические нагрузки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зимкин Н. В., Демьяненко Ю. К., Замеренов Б. К. О некоторых факторах, определяющих влияние физических упражнений на последующую работоспособность. — Теория и практика физич. культ., 1963, т. 26, в. II, стр. 50—54.
2. Моссо А. Усталость. СПб, 1893.
3. Петрушевский И. И. Исследование влияния физических нагрузок на некоторые стороны умственной работоспособности. Дисс. канд. пед. наук. Л., 1962.
4. Kissin, B., Jaffe, J., Rosenblatt, P., Byron, Ch. S., Freiman, J. Studies in psychic fatigue. I Psychological findings. — Annals of intern. med., 1957, vol. 46, nr. 2, pp 274—284.
5. Tintera, J. W. The hypoadrenocortical state and its management. — New York State J. Med., 1955, vol. 55, p. 1869.

VAIMSE KOORMUSE MÕJU KEHALISELE TEGEVUSELE

A. Soosaar, A. Viru

Resümee

Vaatlused 14 noormehel (16—21 a. vanad) näitasid, et 2,5-tunnine aritmeetika ülesannete lahendamine põhjustab reaktsiooniaja pikenemise ja tulemuste halvenemise 20 m jooksus ja paigalt kaugushüppes. Olulisi muutusi ei täheldatud kordade arvus tõstekangi surumisel suutlikkuseni. 1-minutilise töö sooritamisel veloergomeetril täheldati inertsust südame-veresoonte süsteemi talitluse ümberkorralduses nii töö algul kui ka pärast töö lõppu.

THE EFFECT OF A MENTAL LOAD ON PHYSICAL ACTIVITY

A. Soosaar, A. Viru

Summary

Observations on 14 young men ranging from 16 to 21 years of age showed that the solution of arithmetic problems lasting for 2.5 hours causes extension of the reaction time and deterioration of the results in a 20-meter race and in a standing broad jump. No significant changes were observed in the number of repetitions in a repeated press of the bar up to the point of one's capability. When carrying out a one-minute operation on a veloergometer, inertia was observed in the reorganization of the functioning of the cardiovascular system both at the start and after the end of physical work.

ВЫДЕЛЕНИЕ С МОЧОЙ СВЯЗАННЫХ И СВОБОДНЫХ 17-ОКСИКОРТИКОИДОВ ПРИ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ

А. А. Виру

Проблемная научно-исследовательская лаборатория
по основам мышечной деятельности человека

При участии в метаболических процессах, кортикоиды подвергаются структурным преобразованиям молекул гормонов, ведущие к их инактивации. В этом же процессе образуются связанные формы — эфиры серной или глюкуроновой кислот [1]. Основная масса метаболитов кортикоидов у человека выделяется с мочой в виде эфира глюкуроновой кислоты. Из выделяемого с мочой 17-оксикортикоидов неизменный гормон составляет 1—3% [2]. Из этого следует, что одновременным определением свободных и связанных 17-оксикортикоидов можно в определенной мере характеризовать отношение секреции гормона железой к потреблению ее тканями организма. Задачей данной работы является выяснение изменений при физических нагрузках отношений между свободными и связанными 17-оксикортикоидами в моче.

Методика исследования

Проводили 43 наблюдения над 32 исследуемыми. В 27 наблюдениях 17 студентов физкультурного факультета (возраст 19—24 года) в положении лежа выполняли 6 серий повторных жимов штанги с груди на прямые руки. Каждая серия продолжалась до отказа. Интервал отдыха между сериями был 5 минут. Вес штанги составлял 70% от личного рекорда исследуемого в жиме. Проводились наблюдения над 5 юными гимнастками II разряда (возраст 14—16 лет) во время тренировочного занятия на снарядах. Длительность занятия была 2,5 часа. 5 наблюдений проводились при кроссе. Исследуемыми были лыжники-перворазрядники (возраст 18—27 лет). 2 из них бегали на 12 км (43 мин. 50 сек. и 55 мин. 22 сек.) и 3 бегали на 24 км (1 час 31 мин. 41 сек., 1 час 33 мин. 14 сек., 1 час 34 мин. 37 сек.). В 6 наблюдений 5 исследуемых (бывшие спортсмены, возраст 24—34 года) в течение 1 часа 45 мин. прошли на лыжах 10—15 км.

Уровень экскреции кортикоидов в состоянии относительного покоя определяли на основе пробы мочи, собранной в течение 1—5 часов до нагрузки.

Второй сбор пробы мочи начали за 30 мин. до начала нагрузки и закончили через 15—60 мин. после ее окончания. Суммарное количество 17-оксикортикоидов в пробах мочи определяли по методу Редди в модификации Брауна [3]. Количество свободных 17-оксикортикоидов определяли по методу Сильбера-Портера в модификации Креховой [4]. Экскрецию выражали в гаммах на час.

Результаты наблюдений

Полученные данные показаны на таблицах 1—4. Как видно из таблицы 1 при выполнении силовых упражнений в 17 случаях из 27 имело место повышение экскреции 17-оксикортикоидов. Из них в 13 случаях усиленно выделялись с мочой как связанные, так и свободные 17-оксикортикоиды. При этом процент свободных форм повышался только в 8 случаях (см. рис. 1). В остальных случаях процент свободных форм понижался. В одном наблюдении экскреция связанных 17-оксикортикоидов не изменялась и в 9 наблюдениях понижалась. Однако, в 5 случаях это понижение оказалось весьма небольшим (на 28—69 μ /в час). Учитывая общеизвестный факт, что в состоянии покоя наивысшая активность коры надпочечников наблюдается в утренние часы, и затем она постепенно понижается, то у нас нет основания считать, что небольшое понижение экскреции непременно обусловлено физической нагрузкой.

Следовательно, в шести случаях экскрецию кортикоидов придется рассматривать как неизменную. Из них в 3 наблюдениях процент свободных 17-оксикортикоидов повышался, в 2 — понижался и в 1 — не изменялся.

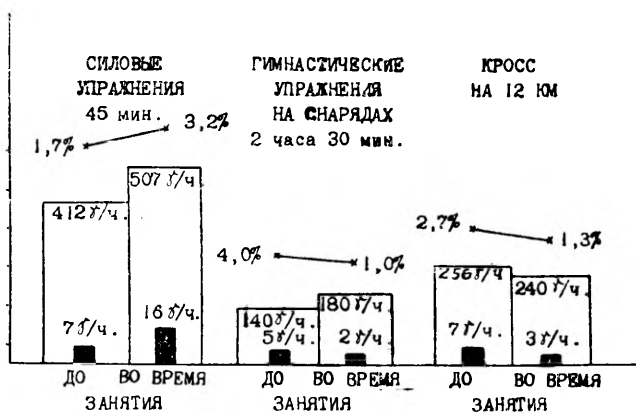


Рис. 1. Изменения экскреции 17-оксикортикоидов при различных физических нагрузках (отдельные случаи). Белые столбики — суммарная экскреция, черные столбики — экскреция свободных форм. Наверху показан процент свободных форм.

**Экскреция 17-оксикортикоидов при выполнении
силовых упражнений**

Иссле- дуемый	Экскреция до нагрузки (γ/в час)				Экскреция во время нагрузки (γ/в час)			
	Суммарная эксекреция	Экскреция свободных форм	Процент свободных форм	Экскреция связанных форм	Суммарная эксекреция	Экскреция свободных форм	Процент свободных форм	Экскреция связанных форм
М. А.	528	1	0,2%	527	465	12	2,6%	453
	154	4	2,6%	150	236	16	6,8%	220
Р. Е.	132	3	2,3%	129	297	10	3,4%	287
Т. А.	193	7	3,6%	186	124	5	4,1%	119
					302	6	2,0%	296
					768	22	2,9%	746
М. Е.	450	7	1,6%	443	456	6	1,3%	450
					154	3	1,9%	151
К. У.	108	6	5,6%	102	328	11	3,3%	153
					384	8	2,1%	376
Н. У.	380	13	3,4%	367	250	3	1,2%	247
	513	15	2,9%	498	181	11	6,1%	170
М. С.	412	7	1,7%	405	515	23	4,5%	492
Т. И.	300	6	2,0%	294	507	16	3,2%	491
В. И.	138	21	15,2%	117	199	9	4,5%	190
М. И.	222	1	0,5%	221	785	12	1,5%	773
					1192	31	2,6%	1161
С. Е.	528	11	2,1%	517	369	18,5	5,1%	350,5
					500	8	1,6%	492
Р. О.	549	30,5	5,6%	518,5	749	6,5	0,9%	742,5
	867	15	1,7%	852	1192	31	2,6%	1161
	362	4,5	1,2%	357,5	763	11	1,4%	752
К. Ы.	524	11	2,1%	513	744	15,5	2,1%	728,5
К. Е.	648	13	2,0%	635	594	12	2,0%	582
Ю. Р.	348	1	0,3%	347	306	2	0,7%	304
С. Н.	500	10	2,0%	490	1440	1,5	0,1%	1438,5
К. Ю.	406	3	0,7%	403	704	3	0,4%	701

В 4 наблюдениях экскреция 17-оксикортикоидов понижалась на 130—332 γ/в час. В двух случаях оно сопровождалось увеличением и в 2 случаях уменьшением процента свободных форм.

У юных гимнасток тренировочное занятие обуславливало в 4 случаях увеличение и в 1 случае уменьшение экскреции 17-оксикортикоидов (см. табл. 2). При уменьшении экскреции пропорционально снижалась экскреция как связанных, так и свободных 17-оксикортикоидов. В 2 случаях на фоне общего повышения экскреции усиленное выделение свободных форм было особенно выражено. В 2 случаях, наоборот, экскреция свободных форм понижалась (см. рис. 1).

Экскреция 17-оксикортикоидов у юных гимнасток
во время тренировочного занятия

Иссле- дуемая	Экскреция до занятия (γ/в час)				Экскреция во время занятия (γ/в час)			
	Суммарная экс- креция	Экскреция свободных форм	Процент свободных форм	Экскреция связанных форм	Суммарная экс- креция	Экскреция свободных форм	Процент свободных форм	Экскреция связанных форм
О. У.	120	4	3,3%	116	480	1	0,2%	479
Х. У.	632	32	5,1%	600	195	10	5,1%	185
З. И.	140	0,5	0,4%	139,5	180	0,2	0,1%	179,8
С. А.	150	3	2,0%	147	244	5	2,1%	239
К. И.	120	0,2	0,2%	119,8	180	7,5	4,2%	172,5

Кросс на 12 км вызывал у одного спортсмена увеличение, у другого — несущественное уменьшение экскреции 17-оксикортикоидов. В обоих случаях процент свободных 17-оксикортикоидов в моче понижался (см. табл. 3 и рис. 1). При кроссе на 24 км наблюдалось уменьшение суммарной экскреции и лишь в одном случае оно было несущественным. В этом же случае процент свободных форм резко падал. Остальные 2 случая выявили понижение экскреции связанных 17-оксикортикоидов вместе с повышением процента свободных форм (см. рис. 2).

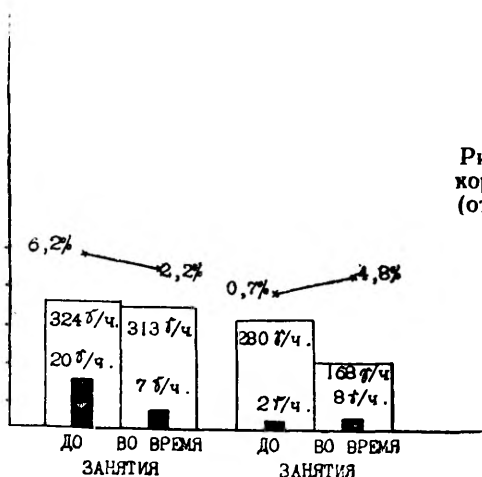


Рис. 2. Изменения экскреции 17-оксикортикоидов при кроссе на 24 км (отдельные случаи). Обозначения см. рис. 1.

Таблица 3

Экскреция 17-оксикортикоидов при кроссе на 12 и 24 км

Исследуемый	Экскреция до нагрузки (γ/в час)					Экскреция во время нагрузки (γ/в час)		
	Суммарная эксекреция	Экскреция сво- бодных форм	Процент сво- бодных форм	Экскреция свя- занных форм	Суммарная эксекреция	Экскреция сво- бодных форм	Процент сво- бодных форм	Экскреция свя- занных форм
К. И. (12 км)	114	6	5,3%	108	562	18	3,1%	544
К. Р. (12 км)	256	7	2,7%	249	240	3	1,3%	237
Л. У. (24 км)	588	36	6,1%	552	180	14	7,7%	166
М. О. (24 км)	324	20	6,2%	304	313	7	2,2%	306
М. А. (24 км)	280	2	0,7%	278	168	8	4,8%	160

В отличие от других контингентов исследуемых, лица, совершившие лыжные походы, не занимаются систематически спортом. Лишь в одном случае наблюдалось у них повышенная экскреция 17-оксикортикоидов (см. табл. 4). При этом повышался и процент свободных форм. В остальных случаях, в том числе

Таблица 4

Экскреция 17-оксикортикоидов при лыжных походах на 10—15 км

Исследуемый	Экскреция до нагрузки (γ/в час)					Экскреция во время нагрузки (γ/в час)		
	Суммарная эксекреция	Экскреция сво- бодных форм	Процент сво- бодных форм	Экскреция свя- занных форм	Суммарная эксекреция	Экскреция сво- бодных форм	Процент сво- бодных форм	Экскреция свя- занных форм
А. В. (15 км)	242	5	2,1%	237	183	3,5	1,9%	179,5
А. В. (10 км)					364	30	8,2%	334
Э. В. (13 км)	588	8,5	1,4%	579,5	282	17	6,0%	265
П. К. (15 км)	424,5	2,0	0,5%	422,5	88	5,5	6,3%	82,5
М. Т. (15 км)	353	4	1,1%	349	240	2	0,8%	238
Н. Ю. (15 км)	554	11	2,0%	543	203	3	1,5%	200

и наблюдение над тем же самым исследуемым, но при увеличении дистанции похода, экскреция 17-оксикортикоидов падала. В 2 случаях это не сопровождалось понижением процента свободных форм, а наоборот, отмечалось повышение этого процентного числа.

Обсуждение результатов

Проведенные наблюдения выявили 7 типов изменений экскреции 17-оксикортикоидов при физических нагрузках (см. табл. 5): 1) повышение экскреции с увеличением процента свободных форм, 2) повышение экскреции с уменьшением процента свободных форм, 3) неизменность суммарной экскреции с повышением экскреции свободных форм, 4) неизменность суммарной экскреции с понижением экскреции свободных форм, 5) неизменность экскреции связанных и свободных форм, 6) понижение экскреции связанных и свободных форм, 7) понижение суммарной экскреции с увеличением процента свободных форм.

Повышение экскреции 17-оксикортикоидов, безусловно, связано с усилением секреторной деятельности коры надпочечников. Усиленная секреция кортикоидов, однако, сочетается при мышечной работе с повышенным потреблением их тканями организма,

Таблица 5

Разновидность изменения экскреции 17-оксикортикоидов	Число случаев по отдельным нагрузкам				
	Силовые упражнения	Тренировочное занятие гимнасток	Кросс	Лыжные походы	Всего
Повышение экскреции вместе с увеличением % свободных форм	8	2	—	1	11
Повышение экскреции вместе с уменьшением % свободных форм	9	2	1	—	12
Неизменность суммарной экскреции вместе с повышением экскреции свободных форм	3	—	—	—	3
Неизменность суммарной экскреции вместе с понижением экскреции свободных форм	1	—	2	—	3
Неизменность экскреции связанных и свободных форм	2	—	—	—	2
Понижение экскреции связанных и свободных форм	2	1	—	3	6
Понижение суммарной экскреции вместе с увеличением % свободных форм	2	—	2	2	6
Всего:	27	5	5	6	43

что убедительно показано в опытах на животных [5]. Исчезновение введенного кортизона из крови больных, страдающих Аддисоновой болезнью [6], во время работы происходит быстрее, чем в покое. Разумеется, отношение между секрецией и потреблением кортикоидов складывается на содержание их в крови, на интенсивность экскреции их и, особенно, на отношение связанных и свободных форм. Если на фоне повышенной экскреции процент выведенных свободных 17-оксикортикоидов повышается, то это можно рассматривать как свидетельство того, что количество секретированных железой 17-оксикортикоидов превышает количество гормонов, инактивированных путем связывания с глюкороновой кислотой. После введения АКТГ также отмечено более значительное повышение экскреции свободных форм, чем связанных [7]. 45-минутное занятие силовыми упражнениями вызвало увеличение % свободных форм в 30% случаев, а при упражнениях на выносливость увеличение процента свободных форм на фоне повышенной экскреции отмечалось всего лишь в 9% случаев. Очевидно, такой вариант более свойственен недлительным упражнениям. Возможно, секреция кортикоидов усиливается быстрее, чем активизируются механизмы инактивации их; или же по мере продолжения работы потребление кортикоидов постепенно повышается, а секреция их остается константной после первоначального подъема или даже понижается.

Понижение процента выведенных свободных 17-оксикортикоидов указывает на преобладание процентов инактивации над секрецией 17-оксикортикоидов. Если это сочетается с повышенной экскрецией связанных форм, то в тех случаях, очевидно, секреция гормонов железой увеличивалась, но в меньшей мере, чем потребность их в метаболических процессах.

Усиленной инактивацией 17-оксикортикоидов путем превращения их в эфиры сильных кислот все же невозможно объяснить понижение суммарной экскреции и, в частности экскреции связанных 17-оксикортикоидов, которая часто наблюдается при упражнениях на выносливость. Понижение суммарной экскреции 17-оксикортикоидов возможно, во-первых, при депрессии секреторной деятельности коры надпочечников, во-вторых, при сдвиге в метаболизме кортикоидов и, в-третьих, при изменении деятельности почек. Поскольку при физической работе отмечено также понижение содержания 17-оксикортикоидов в плазме крови [6, 8, 9], то третье условие нельзя рассматривать обязательным и первостепенным фактором. При многочасовой работе понижению экскреции 17-кортикоидов предшествует период повышенной экскреции [10, 11]. Подобная динамика отмечена и по содержанию 17-оксикортикоидов в плазме крови при физической работе [8]. Следовательно, если бы метаболизм 17-оксикортикоидов не изменялся, то первоначальный период повышенной экскреции 17-оксикортикоидов все же должен повысить экскреции связанных 17-оксикортикоидов.

Почти все стероиды, выделяющиеся в виде эфиров глюкороновой кислоты, предварительно подвергаются изменениям. Происходит восстановление 3-го, 4-го и 5-го углеродных атомов в кольце А с образованием тетрагидростероидов. Кроме кольца А, восстановлению может подвергаться и боковая цепь с образованием кортола и кортолона [2]. Часть 17-оксикортикоидов могут превращаться также в 17-кетостероиды, путем окислительного отщепления боковой цепи [2]. Однако, из продуктов этих превращений только тетрагидрокортизон и тетрагидрокортизол являются т. н. «хромогенами Портер-Сильбера» [12, 13], которые можно определить методами, использованными в данной работе. Имеются данные, что выделяемые с мочой тетрагидрокортизон и тетрагидрокортизол составляют около 50%, кортол и кортол — 25% и продукты превращения в 17-кетостероиды — 5—8% из введенного гидрокортизона [14]. Не исключено, что при усилении потребления кортикоидов количественные отношения между этими фракциями могут изменяться. В связи с этим оказывается возможным, что понижение суммарной экскреции 17-оксикортикоидов обусловлено превращением их в соединения, не определяемые по реакции Портер-Сильбера.

Опыты на животных показали, что восстановление кольца А молекул 17-оксикортикоидов зависит от соответствующей способности печени и наличия кофермента ТПН. Способность печени *in vitro* восстанавливать кольцо А молекул кортизона повышается при введении трийодтиронина и понижается после тиреоид-паратиреоидэктомии [15]. Во время физической нагрузки абсорбция радиоактивного йода щитовидной железой понижается [16, 17], что указывает на понижение активности щитовидной железы. В свою очередь, это может стать причиной снижения удельного веса восстановления кольца А в метаболизме 17-оксикортикоидов. С этим может быть связано также увеличение процента выведенных свободных 17-оксикортикоидов на фоне пониженной экскреции связанных форм. Однако, сочетание высокого процента свободных форм с общим понижением экскреции может быть обусловлено также резким усилением секреторной деятельности коры надпочечников в конце работы или нарушением механизма потребления кортикоидов на последних этапах работы.

Полученные данные показали также, что неизменность суммарной экскреции 17-оксикортикоидов может скрывать сдвиги соотношения между свободными и связанными 17-оксикортикоидами, свидетельствующие об изменениях отношения секреции кортикоидов к потреблению их и об изменениях в метаболизме кортикоидов.

Заключение

Во время выполнения физических нагрузок как повышенная, так неизменная и пониженная суммарная экскреция 17-оксикортикоидов может сочетаться с увеличением, или с уменьшением процента выведенных свободных 17-оксикортикоидов. Наиболее вероятными причинами возникновения различных разновидностей экскреции связанных и свободных 17-оксикортикоидов являются изменения отношения секреции кортикоидов к потреблению их, а также сдвиги в метаболизме кортикостероидов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соловьев Г. М., Меньшиков В. В., Усватова И. Я., Мещеряков А. В. Гормоны надпочечников в хирургии. М., изд. «Медицина», 1965.
2. Юдаев. Н. А. Свойства, функции и обмен стероидных гормонов коры надпочечников. — Химические основы процессов жизнедеятельности. М., Медгиз, 1962, стр. 234—252.
3. Brown, J. H. U. An improvement of the Reddy method for the determination of 17-hydroxycorticoids in urine. — *Metabolism*, 1955, vol. 4, nr. 4, pp. 295—297.
4. Крехова, М. А. Метод приготовления препарата бета-глюкоронидазы и его применение для определения 17-оксикортикоидов мочи. — Проблемы эндокринол. и гормонотер., 1960, т. 6, вып. 2, стр. 55.
5. Ingle, D. J. The role of the adrenal cortex in homeostasis. — *J. Endocrinol.*, 1952, vol. 8, nr. 4, pp. XXIII—XXXVII.
6. Staehlin, D., A. Labhart, R. Froesch, H. R. Kägi. The effect of muscular exercise and hypoglycemia on the plasma level of 17-hydroxysteroids in normal adults and patients with adrenogenital syndrome. — *Acta endocr.*, 1955, vol. 18, fasc. 4, pp. 521—529.
7. Uete, T. Excretion of unconjugated and conjugated corticosteroids in healthy subjects. — *Metabolism*, 1960 vol. 10, pp. 1045—1051.
8. Kägi, F. R. Der Einfluss von Muskelarbeit auf die Blutkonzentration der Nebennierenrindenhormone. — *Helv. med. Acta*, 1955, vol. 22, fasc. 3, pp. 258—267.
9. Cornil, A., A. de Coster, G. Copinschi, J. R. M. Franckson. Effect of muscular exercise on the plasma level of cortisol in man. — *Acta endocr.*, 1965, vol. 48, fasc. 1, pp. 163—168.
10. Rivoire, M., I. Rivoire, M. Ponjol. La fatigue syndrome d'insuffisance surrenale fonctionnelle. — *Presse med.*, 1953, vol. 61, nr. 70, pp. 1431—1433.
11. Вирю А. А. К вопросу о развитии дискоординации между работоспособностью двигательного аппарата и приспособляемостью организма при утомлении. — Физиологические механизмы двигательных и вегетативных функций. М., ФиС, 1965, стр. 102—112.
12. Porter, C. C., R. H. Silberg. A quantitative color reaction for cortisone and related 17, 21-dihydroxy-20-ketosteroids. — *J. Biol. Chem.*, 1950, vol. 185, nr. 1, pp. 201—207.
13. Юдаев Н. А. Химические методы определения стероидных гормонов в биологических жидкостях. М., Медгиз, 1961.
14. Fukushima, D. K., H. L. Bradlow, L. Hellman, B. Zumoff, T. F. Gallagher. Metabolic transformation of hydrocortisone-4-C¹⁴ in normal men. — *J. Biol. Chem.*, 1960, vol. 235, nr. 8, pp. 2246—2252.

15. Yates, F. E., J. Urquhart, A. L. Herbst. Effects of thyroid hormones on ring A reduction of cortisone by liver. — *Am. J. Physiol.*, 1958, vol. 195, nr. 2, pp. 373—380.
16. Стереску Н., Ковэснэну З., Станку А., Рознер Б. Функциональные изменения щитовидной железы во время физической нагрузки. — *Конф. румынских физиологов. Изд. Акад. РНР, Бухарест, 1963, стр. 147—148.*
17. Хорол, И. С. Изменение кривой поглощения радиоактивного йода под влиянием физической нагрузки у спортсмена. — *Теория и практика физич. культ.*, 1961, т. 24, вып. 10, стр. 766—768.

SEOTUD JA VABADE 17-OKSÜKORTIKOIDIDE ERITUMINE URIINIGA KEHALISTE KOORMUSTE PUHUL

A. Viru

R e s ü m e e

43 vaatlusega kogutud materjal näitas, et kehaliste harjutuste sooritamisel nii kõrgeenenud kui ka muutuseta ja alanenud 17-oksükortikoidide ekskretsioon võib esineda koos vabade 17-oksükortikoidide protsendi suurenemise või vähenemisega.

EXCRETION OF CONJUGATED AND UNCONJUGATED 17-HYDROXYCORTICOIDS DURING PHYSICAL EXERCISES

A. Viru

—
S u m m a r y

43 observations showed that during the physical exercises elevated as well as unchanged or decreased excretion of the conjugated 17-hydroxycorticoids can be associated both with an increase or a decrease of the percentage of the unconjugated forms.

ДАННЫЕ О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НАДПОЧЕЧНИКОВ ПРИ ХОДЬБЕ НА ЛЫЖАХ У СТУДЕНТОВ С ОТКЛОНЕНИЯМИ ОТ НОРМАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ

А. А. Виру

Кафедра спортивной медицины, проблемная научно-исследовательская лаборатория по основам мышечной деятельности человека

Распространение ряда болезней, в частности заболевания сердечно-сосудистой системы, связано с недостатком физической деятельности современных людей [1]. Отсюда вытекает огромное профилактическое значение физической тренировки. Как подчеркивают В. Рааб [1] и Х. Меллерович [2], наиболее эффективным в профилактическом отношении является тренировка, направленная на развитие выносливости. Упражнения на выносливость, т. е. упражнения большой длительности являются значительной нагрузкой на механизм обеспечивающий сохранение гомеостазиса и необходимого уровня энергетических процессов в мышцах.

При этом немаловажная роль принадлежит гормонам коры надпочечников. При интенсивных физических нагрузках секреция их усиливается, но по мере продолжения нагрузки вместо гиперкортикализма может возникать состояние функциональной недостаточности коры надпочечников [3, 4, 5]. Это указывает на необходимость обдуманной дозировки упражнений на выносливость у лиц мало подготовленных физически, тем более при отклонениях от нормального состояния здоровья. С этой точки зрения интересно знать, как влияет на деятельность коры надпочечников ходьба на лыжах, с умеренной интенсивностью у студентов медицинской спецгруппы.

Методика исследования

Наблюдения проводились над 10 студентами медицинской спецгруппы, в возрасте 19—24 лет, которые разделились по амбулаторному диагнозу: I стадия гипертонической болезни — 4 студента и 1 студентка, недостаточность митрального клапана — 1 студент и 1 студентка, эндемический зоб — 2 студентки, туберкулез легких — 1 студентка. 75-минутная лыжная прогулка про-

водилась в умеренном темпе. Методом изучения деятельности коры надпочечников служило определению выделенных 17-оксикортикоидов с мочой. Первая, т. е. исходная проба мочи собиралась до занятия в течение 2—4 часов, сбор второй пробы начался за 30—60 мин. до занятия и закончился через 30 мин. после окончания его. Анализ мочи проводился по Редди [6]. Через 15—30 мин. после занятия определялась частота тремора рук по количеству контактов между металлической иглой, которую исследуемый держал в руке, и краями ямки с диаметром 2 мм. Исследуемые выполняли также дополнительную нагрузку — 20 приседаний. Во время приседаний, а также до и после их непрерывно регистрировалась частота сокращений сердца с помощью кардиотохографа и измерялось артериальное давление по Короткову, 6 раз в минуту.

Результаты наблюдений и их обсуждение

Экскреция 17-оксикортикоидов до занятия варьировалась у исследуемых от 250 до 360 μ /в час. Данные об экскреции кортикоидов во время лыжной прогулки представлены в таблице.

Исследуемый	Диагноз	Экскреция 17-оксикортикоидов при лыжной прогулке μ /в час
Не	недостаточность митрального клапана	92
Та	" "	320
Ку	гипертония	97
Лу	"	900
Ур	"	800
Ли	"	1625
Лс	"	180
Ре	эндемический зоб	192
Со	"	1072
Сы	туберкулез легких	960

Сопоставление этих данных с исходными показало, что в 5 случаях лыжная прогулка вызвала повышенную (исследуемые Лу, Ур, Ли, Со, Сы) и в 4 случаях пониженную экскрецию 17-оксикортикоидов (исследуемые Не, Ку, Лс, Ре). В одном случае существенные изменения отсутствовали.

Максимальное артериальное давление было после занятия в пределах 124—140 мм рт. ст. во всех случаях повышения экскреции кортикоидов. Реакция на дополнительную нагрузку также не выявила у исследуемых симптомов ухудшения функционального состояния кровообращения. Очевидно, лыжная прогулка не вызывает гиперкортикализма в той мере, которая обуславливает нарушение деятельности сердечно-сосудистой системы у лиц с вышеуказанными отклонениями от нормального состояния здо-

ровья. Данные об ухудшении функционального состояния кровообращения отсутствовали также при неизменности экскреции 17-спецкортикоидов.

В случаях понижения экскреции 17-оксикортикоидов артериальное давление после занятия было низким. У исследуемого Не (недостаточность митрального клапана) артериальное давление было на уровне 90/40 мм рт. ст. У двух гипертоников (Ку, Лс) после занятия артериальное давление равнялось 120/86 и 110/60 мм рт. ст., которое не соответствовало диагнозу. Средний уровень артериального давления у исследуемых с понижением экскреции был $107,5 \pm 8,3/64 \pm 9,7$ мм рт. ст., что статистической достоверностью отличается от средних данных исследуемых, у которых экскреция кортикоидов увеличивалась или не изменялась ($130,4 \pm 3,1/86,2 \pm 3,5$ мм рт. ст.). Изменение функционального состояния центральной нервной системы у исследуемых отражалось в частоте тремора рук. Средняя частота тремора рук у исследуемых, у которых экскреция кортикоидов понижалась, составляла $24,5 \pm 4,37$ контактов в течение 15 сек, что существенно отличается от средней других исследуемых ($11,8 \pm 3,19$ контактов в течение 15 сек.)

В случае увеличения и неизменности экскреции кортикоидов сразу после окончания дополнительной нагрузки максимальное артериальное давление было $158,3 \pm 4,8$ мм рт. ст. и в течение 20—60 секунд оно еще повышалось до уровня $161,0 \pm 4,5$ мм рт. ст. У исследуемого Ку, несмотря на понижение экскреции кортикоидов, реакция артериального давления на дополнительную нагрузку была такая же, но у остальных трех исследуемых отмечалось менее значительное повышение давления. Сразу же после приседаний максимальное артериальное давление было 100, 130 и 130 мм рт. ст. и оно повысилось в течение 20—60 секунд всего лишь до 150, 130 и 140 мм рт. ст. У исследуемого Не (недостаточность митрального клапана) после приседаний наблюдались групповые экстрасистолы.

Понижение экскреции кортикоидов [3, 4, 5, 7], а также понижение содержания кортикоидов в крови [8] наблюдается также у здоровых людей и даже у спортсменов при длительных физических нагрузках, причем тем раньше, чем менее тренированным является исследуемый [3, 7]. Это сопровождается нарушениями регуляции артериального давления [5], указывая на недостаточность кортикоидов. Как показали результаты данного исследования, такое состояние может возникать у студентов медицинской спецгруппы даже при такой легкой физической нагрузке, как 75-минутная прогулка на лыжах, что лишний раз подчеркивает необходимость у них соблюдения строгой индивидуализации нагрузки.

Вывод

75-минутная прогулка на лыжах может вызывать у студентов медицинской спецгруппы как увеличение, так и понижение экскреции 17-оксикортикоидов. Увеличение экскреции кортикоидов не было связано с гиперкортикализмом в той мере, чтобы обуславливать нарушение деятельности сердечно-сосудистой системы. Понижение экскреции кортикоидов совпадало с расстройствами регуляции артериального давления, указывающими на функциональную недостаточность коры надпочечников.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рааб В. Адренергическо-холинергическая регуляция обмена веществ и функций сердца. — Достижения кардиологии, под ред. Р. Хегглина, М., Медгиз, стр. 67—152.
2. Mellerowicz, H. Vergleichende Untersuchungen über das Ökonomieprinzip in Arbeit und Leistung des trainierten Kreislaufs und seine Bedeutung für die präventive und rehabilitative Medizin. — Arch. Kreislaufforsch., 1956, Bd. 24, S. 70—176.
3. Rivoire, M., I. Rivoire, M. Ponsol. La fatigue syndrome d'insuffisance surrenale fonctionnelle. — Presse med., 1953, vol. 61, nr. 70, pp. 1431—1433.
4. Bugard, P., M. Henry, F. Plas, P. Chailley-Bert. Les corticoides et l'aldosterone dans l'effort prolonge du sportif. — Rev. pathol-gen. et physiol. Clin., 1961, vol. 61, nr. 724, pp. 159—174.
5. Виру А. А., Виру Э. А. К вопросу об участии коры надпочечников в приспособлении организма к большим тренировочным нагрузкам — Ученые записки Тартуского гос. унив., вып. 154. Труды по физкультуре II, Тарту, 1964, стр. 78—96.
6. Reddy, W. J. Modification of the Reddy—Jenkins—Thorn method for the estimation of 17-hydroxycorticoids in urine. — Metabolism, 1954, vol. 3, nr. 6, pp. 489—492.
7. Виру А. А. К вопросу о взаимосвязи между развитием и совершенствованием деятельности системы гипоталамус — аденогипофиз — кора надпочечников. — Материалы 8-й науч. конф. по вопр. морф., физиол. и биохимии мышечной деятельности, М., ФиС, 1964, стр. 36—37.
8. Kägi, H. R., Der Einfluß von Muskelarbeit auf die Blutkonzentration der Nebennierenrindenhormone. — Helv. med. Acta, 1955, vol. 22, fasc. 3, pp. 258—267.

ANDMEID TERVISEHÄIRETEGA ÜLIÕPILASTE NEERUPEALISTE KOORE TALITLUSE KOHTA SUUSATAMISEL

A. Viru

Resümee

75-minutine mõõdukas tempos suusatamine põhjustas 5 meditsiinilise erigrupi üliõpilasel 17-oksükortikoidide ekskretsiooni tõusu ja 4 languse. 1 juhul olulisi muutusi ei täheldatud. Kortikoidide ekskretsiooni kõrgenemisel ei ilmnenud häi-

reid südame-veresoonte süsteemi talitluses. Ekskretsiooni langusega kaasnesid häired vererõhu regulatsioonis, mis viitasid neerupealiste koore funktsionaalsele puudulikkusele.

DATA ON THE FUNCTIONING OF THE ADRENAL CORTEX IN SKIING IN STUDENTS WITH POOR HEALTH

A. Viru

S u m m a r y

Skiing for 75 minutes at a moderate tempo called forth an increase in the excretion of the 17-hydroxycorticoids in five students of a special medical group and a decrease in four students. In one case no significant changes were observed. In the case of a decrease in the excretion of the corticoids no disorders were observed in the functioning of the cardiovascular system. A increase in the excretion was accompanied by disorders in the regulation of the blood pressure, which pointed to the functional insufficiency of the adrenal cortex.

ИЗМЕНЕНИЯ СОПРОТИВЛЯЕМОСТИ ОРГАНИЗМА ХОЛОДУ ПОД ВЛИЯНИЕМ УТОМЛЕНИЯ И КОРТИЗОНА

А. А. Виру

Кафедра спортивной медицины, Проблемная научно-исследовательская лаборатория по основам мышечной деятельности

Пониженная экскреция кортикоидов при значительном утомлении [1—3] сопровождается нарушениями деятельности сердечно-сосудистой системы и обмена веществ, свойственными недостаточности коры надпочечников [4—6]. Работами Г. Селье [7—9] и его последователей доказана связь общей сопротивляемости организма и деятельности коры надпочечников. Возникает вопрос, как отражаются изменения функционального состояния коры надпочечников, развивающиеся при утомлении, на сопротивляемости организма.

Методика опыта

Опыты проводились на 49 белых мышах-самцах весом по 25—40 граммов. Тестом сопротивляемости организма было 18-часовое пребывание животных при температуре 10°С. Глубокое утомление вызывалось двухкратным плаванием до погружения под воду при температуре воды 25°С. Интервал отдыха между двумя периодами плавания был 20 мин. Средняя длительность периодов плавания была соответственно 39 и 28 мин.

Животные были разделены на 6 групп по 7—9 мышей. Первая и вторая группы были контрольными. Контрольные животные не плавали, но за 1,5 часа до теста сопротивляемости их намочили. Животные остальных групп плавали и через 1,5 часа (третья и четвертая группы) или через 8 часов (пятая и шестая группы) подвергались воздействию холода. За 30 мин. до начала теста сопротивляемости животным I, III и V групп интраперитонеально вводили 2,5 мг ацетата кортизона.

Результаты опыта

Как показывает таблица, сопротивляемость утомленных животных холоду значительно ниже, чем сопротивляемость контрольных животных (процент погибших животных достиг 89% по сравнению с 37,5% у контрольных). После 8-часового отдыха

сопротивляемость утомленных животных холоду повышалась, о чем свидетельствует снижение летальности до 50%.

После инъекции кортизона сопротивляемость утомленных животных, подвергающихся холоду через 1,5 часа после плавания, повышалась (процент погибших упал с 89 до 56). Экзогенно введенный кортизон, очевидно, способствовал устранению недостатка в организме гормонов коры надпочечников, возникающего к концу утомительной работы. Таким образом животные получили дополнительный резерв гормона, помогающий противостоять воздействию нового стрессора.

Группа животных	Число животных	Число погибших	Процент погибших
I (не плавали, вводили кортизон)	8	0	0
II (не плавали)	8	3	37,5
III (тест сопротивляемости 1,5 часа после плавания, вводили кортизон)	9	5	55,6
IV (тест сопротивляемости 1,5 часа после плавания)	9	8	88,9
V (тест сопротивляемости 8 часов после плавания, вводили кортизон)	7	5	71,4
VI (тест сопротивляемости 8 часов после плавания)	8	4	50,0

Некоторое повышение сопротивляемости холоду у контрольных животных под влиянием кортизона согласуется с данными, полученными Г. Баттл и сотрудниками [10]. Введением кортизона утомленному животному после 8-часового отдыха вызывалось понижение сопротивляемости холоду по сравнению с утомленными животными, которые подвергались воздействию холода через такой же промежуток времени, но без введения кортизона. Можно предположить, что экзогенный кортизон тормозил восстановление функционального состояния системы гипоталамус—аденогипофиз—кора надпочечников.

Не исключено, что повышенная заболеваемость интенсивно тренирующихся спортсменов связана с понижением сопротивляемости организма после больших тренировочных и соревновательных нагрузок, в связи с временной функциональной недостаточностью коры надпочечников.

Выводы

1) Утомлением вызывается временное понижение сопротивляемости организма к холоду

2) Сопротивляемость утомленных животных к холоду повышается с введением кортизона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Rivoire, M., I. Rivoire, M. Ponjol. La fatigue syndrome d'insuffisance surrénale fonctionnelle. — Presse med 1953, vol. 61, nr. 70, pp. 1431—1433.
2. Bugard, P., M. Henry, F. Plas, P. Chailley-Bert. Les corticoïdes et l'aldostérone dans l'effort prolongé du sportif. — Rev. pathol. gén. et physiol. clin. 1961, vol. 61, nr. 724, pp. 159—174.
3. Bugard, P. Etude hormonale de la fatigue. — Arch. d. Mal. Prof. Med. du Travail et de SS. 1961, vol. 22, nr. 8/9, pp. 471—482.
4. Viru, A. De l'importance surrenalienne dans l'adaptation de l'organisme avec l'effort sportif. — XIV^o Congreso Internacional de Medicina Deporte. Santiago, 1962, pp. 275—276.
5. Viru, A. De l'importance du fonctionnement des surrénales dans la genèse de la discoordination entre les capacités physiques et l'adaptation de l'organisme avec l'effort. — 1er Congrès Européen de Médecine Sportive, Praha, 1963, p. 118.
6. Вирю А. А., Вирю Э. А. К вопросу об участии коры надпочечников в приспособлении организма к большим тренировочным нагрузкам. — Ученые записки Тартуского гос. университета, вып. 154, Труды по физкультуре 11, Тарту, 1964, стр. 78—96.
7. Selye, H. The significance of the adrenal glands for adaptation. — Arch. intern. Pharmacodyn., 1937, vol. 55, pp. 431—439.
8. Selye, H. Studies on adaptation. — Endocrinology, 1937, vol. 21, nr. 2, pp. 169—188.
9. Selye, H. The Physiology and Pathology of Exposure to Stress. — Montreal, Acta, Inc. Medical Publ., 1950.
10. Battle, G. A. H., P. F. D'Arcy, E. M. Howard. The effect of cortisone acetate in protecting adrenalectomized and normal mice against cold stress. — J. Physiol., 1954, vol. 123, nr. 1, pp. 5P—6P.

ORGANISMI KÜLMALE VASTUPANUVÕIME MUUTUMINE VÄSIMUSE JA KORTISOONI MÕJUL

A. Viru

Resümee

Katsed 49 isase hiirega näitasid, et 1,5 tundi pärast pikaajalist ujumist 25°-ses vees tõusis loomade suremusprotsent 18-tunnisel viibimisel 10°-sel temperatuuril 37,5-lt 88,9-le. Külmatestile eelnenud 2,5-mg kortisoon-atsetaadi manustamine intraperitoraalselt vähendas suremusprotsendi 55,6-le, mis viitab neerupealiste koore funktsionaalse puudulikkuse tähtsusele organismi külmale vastupanuvõime alanemises. Kui külmatesti alustati 8 tundi pärast ujumise lõppu, hukkus 50% loomadest.

THE INFLUENCE OF FATIGUE AND CORTISONE ON THE RESISTANCE OF THE ORGANISM TO COLD

A. Viru

S u m m a r y

Experiments on 49 male albino mice show that when subjected to the cold resistance test (18 hours in 10°C) 1.5 hours after exhaustive swimming in water 25°C, the percentage of surviving animals decreased from 62.5% in non-exercised controls to 11.1%. The 2.5 mg of cortisone acetate given by intraperitoneal injection raised the percentage of survivals of fatigued animals to 44.4%. This indicated the role of functional insufficiency in the genesis of decreased resistance in fatigued animals. 8 hours after swimming 50% animals survived the cold resistance test.

✶

НЕКОТОРЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ КОРРЕЛЯЦИОННОГО АНАЛИЗА ПЕРЕХОДНОГО ПРОЦЕССА

Т. Э. Кару

Кафедра спортивной медицины

1. Общие замечания

Результаты анализа обширного экспериментального материала (12 корреляционных матриц, содержащих более 7800 коэффициентов корреляции между гемодинамическими показателями) позволили нам подойти к решению некоторых общих вопросов применения корреляционного анализа в физиологических и клинических исследованиях. Одной из задач, требующих быстрого решения, является проблема схождения корреляционных связей, установленных для определенного момента времени с корреляционными связями, установленными для некоторого интервала времени. Решение этой проблемы, ввиду большой трудоемкости и множества вычислительных операций невозможно без применения электронных вычислительных машин. Однако, даже использование мощной вычислительной техники не снимает трудоемкости и сложности изучения закономерностей изменения характера корреляции в различных условиях. Поэтому приведенные ниже обобщения вряд ли исчерпывающи. Тем не менее, они подытоживают то, что мы знаем об этой проблеме в настоящее время.

Вряд ли удастся найти современную научную работу в области физиологии или клинической медицины, где не сопоставлялись бы изменения различных показателей. При таких сопоставлениях, к сожалению, часто ограничиваются лишь таблицами, вычислением средних и проверкой достоверности их различия. Более глубоким видом выявления взаимосвязей между показателями является корреляционный анализ и математическое описание линии регрессии. Для описания прямолинейных связей используются линейные функции типа $y = ax + b$, криволи-

нейные связи характеризуются чаще всего функциями типа $y=ax^k$, $y=ax^2+bx+c$, $y=x^k$, $y=\log_a x$. Однако, в живом организме мы никогда не встречаемся с функциональными* взаимосвязями между показателями. Эти взаимосвязи всегда являются коррелятивными (линейными или нелинейными), т. е. каждому элементу x_i множества В будет соответствовать не один, а целое распределение элементов множества А. Эти элементы образуют подмножество $Y=\{y_i|y_i \text{ элемент множества А, соответствующий элементу } x_i \text{ множества В}\}$. Это обстоятельство и является источником многих сложных ситуаций, возникающих при интерпретации результатов исследований. Дело в том, что не всегда такое рассеивание значений $\{y_i\}$ вокруг некоторого среднего обусловлено чисто случайными факторами (в технике — генератор помех), а зависит от одновременного воздействия многих факторов, имеющих определенные закономерные влияния на изучае-

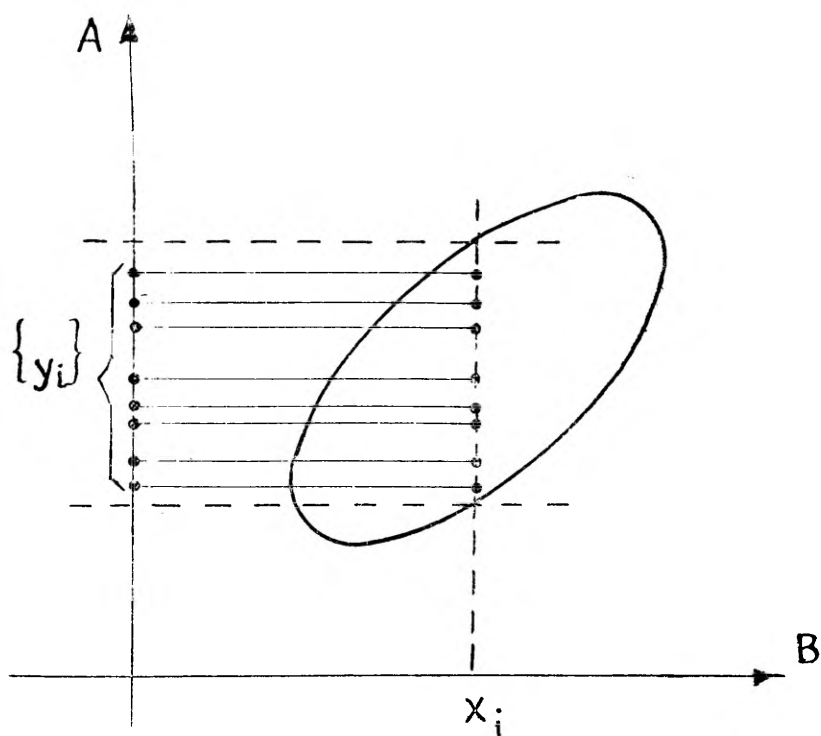


Рис. 1. Каждому элементу множества В при наличии коррелятивной связи соответствует несколько значений множества А.

* в математическом смысле

мую взаимосвязь. Факторы, влияющие на какую-либо зависимость, могут иметь различную силу в пределах рассматриваемого взаимодействия множеств $B \rightarrow A$. Их удельный вес в значительной степени обусловлен различными условиями внешней и внутренней среды, а также функциональным состоянием организма. Все это необходимо учитывать и при интерпретации результатов корреляционного анализа в условиях, где организм подвергнут влиянию какого-либо стрессора (физическая работа, высокая или низкая температура, низкое или высокое атмосферное давление, медикаментозные средства, болезни и т. д.). Под влиянием этих возмущений происходит переход на другой уровень функциональной активности, которая должна обеспечить приспособление к изменившимся условиям внешней среды. Обычно организм не может находиться под длительным влиянием сильных стрессоров, он либо выходит из-под их влияния (прекращение работы) либо приспосабливается к ним (к низкому атмосферному давлению), либо погибает (некоторые болезни). Всегда имеет место по меньшей мере один переходный процесс от исходного уровня к качественно и количественно новому уровню жизнедеятельности организма. В повседневной жизни таких возмущений много, они весьма интенсивны, но длительность их воздействия обычно непродолжительна (чаще всего от нескольких минут до нескольких часов). В таких случаях весьма ярко выражены два переходных процесса — от исходного состояния к некоторому новому уровню и, обратно, от этого нового уровня к исходному. Изучая и сравнивая изменения в жизнедеятельности различных органов и систем, мы устанавливаем совершенство приспособления отдельных индивидов к предлагаемым условиям. Зная закономерности приспособления, можно научиться управлять или поддерживать положительные и уменьшать отрицательные варианты реакции.

В данном исследовании нам удалось установить значения показателей в исходном состоянии и в восстановительном периоде. На первом приближении можно переходные процессы встраивания и восстановления считать сходными, а начало восстановительного периода (его 1 мин.) сходным с уровнем показателей во время физической работы (возмущения). В действительности же каждая фаза имеет свои, свойственные только ей особенности. Поэтому они требуют дальнейшего специального изучения. При этом, однако, возможно использование методических и теоретических положений, использованных нами при изучении переходного процесса восстановления, которые будут освещены ниже.

2. Принципы корреляционного анализа переходного процесса

Идеальный переходный процесс (восстановления) каких-либо показателей А и В в пределах определенного интервала времени может быть изображен графически примерно так, как на рис. 2.

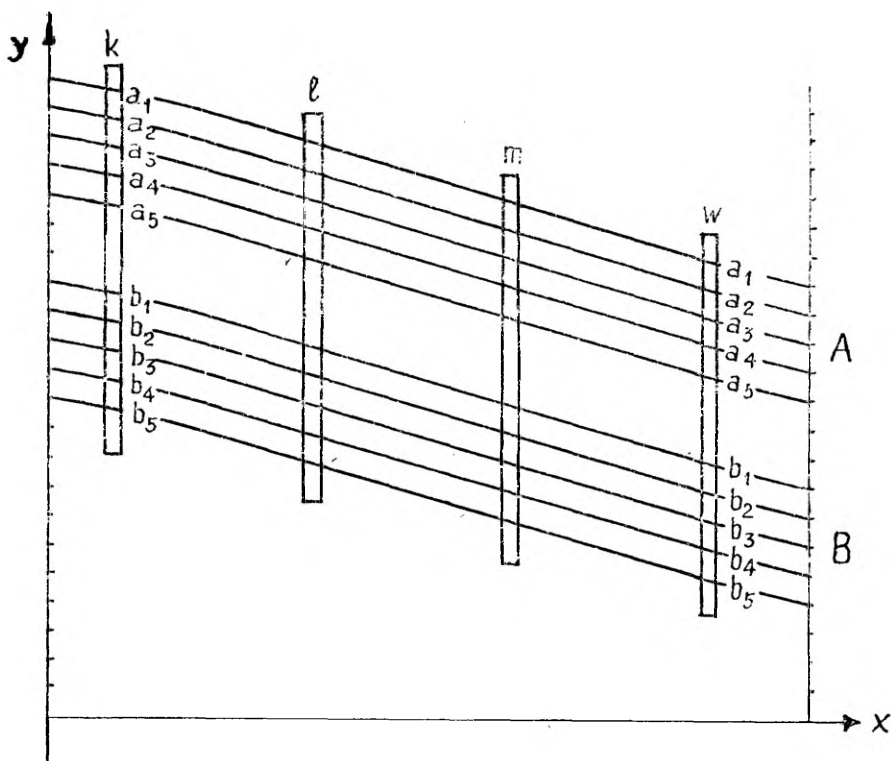


Рис. 2. Схематическое изображение идеального переходного процесса восстановления двух показателей, А и В у пяти индивидов (1, 2, 3, 4, 5).

Пусть эти показатели даны в одних и тех же единицах (y). На оси абсцисс отмечается время (x). А обозначает множество $\{a\}$ значений первого показателя в течение восстановительного периода. В обозначает множество $\{b\}$ значений второго показателя в течение восстановительного периода. Столбики k, l, m, n обозначают отдельные моменты измерения показателей. Множества $\{a\}$ и $\{b\}$ состоят из значений показателей одних и тех же пяти индивидов — $\{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5\}$ и $\{b_1, b_2, b_3, b_4, b_5\}$. Интервал между двумя последующими измерениями может быть обозначен как Δt — шаг квантования по времени.

При корреляционном анализе возможны два варианта установления взаимосвязей. Первый вариант — установление корреляционной зависимости между $\{a\}$ и $\{b\}$ на отдельных этапах исследования, например, на k, l, m или n . Соответствующие коррелируемые множества значений показателей A и B обозначались как $\{a_k\}$, $\{b_k\}$, $\{a_l\}$, $\{b_l\}$ и т. д. Следовательно, такие корреляционные графики будут иметь вид:

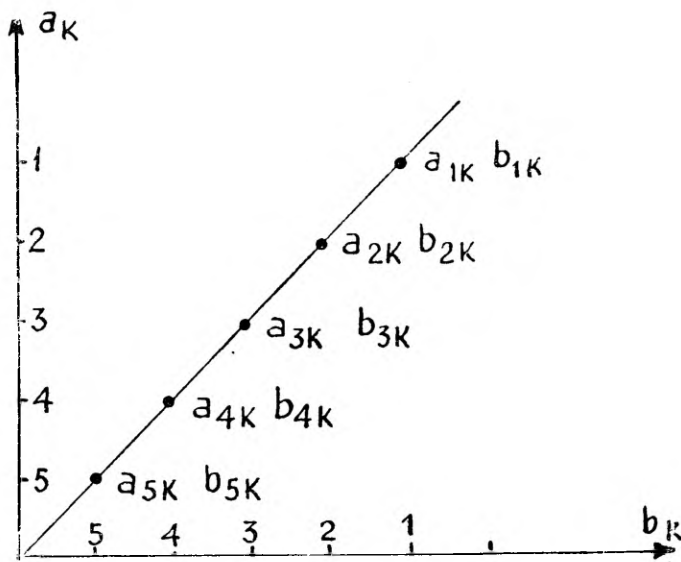


Рис. 3. Пример корреляционного графика, составленного на основе дискретных взаимоотношений между множествами $\{a\}$ и $\{b\}$ у пяти индивидов. (В данном случае при наличии функциональной связи).

Второй вариант заключается в корреляции таких подмножеств A и B , где $A' = \{a_k\} + \{a_l\} + \{a_m\} + \dots + \{a_n\}$ и $B' = \{b_k\} + \{b_l\} + \{b_m\} + \dots + \{b_n\}$.

Этим достигается изучение изменений взаимосвязей, поскольку переход $\{a_k\} \rightarrow \{a_l\} \rightarrow \{a_m\} \rightarrow \{a_n\}$ возможен только во времени. В связи с этим возрастает необходимость различать коэффициенты корреляции, полученные при их вычислении на основе множеств $\{a_k\}$ или A' . Связи первого типа, на наш взгляд, целесообразно назвать **дискретными**, связи второго типа — **динамическими**. Их отличие состоит в том, что при первом варианте нет кванта времени (Δt) между измерениями, во втором он име-

ется. Дискретную корреляцию мы предлагаем обозначать через « γ », а динамическую через « $\vec{\gamma}$ ».

Наличие двух видов корреляционных связей между одними и теми же показателями А и В не вызывает сомнения. Об этом свидетельствуют и результаты наших экспериментальных исследований. Остается только решить вопрос, как соотносятся дискретная и динамическая корреляции в пределах переходного процесса. Чтобы ответить на этот вопрос, рассмотрим некоторые пути возникновения дискретных и динамических корреляционных связей.

3. Дискретная корреляция в переходном процессе

Если мы имели бы идеально гладкие кривые переходного процесса у каждого исследуемого, то величина дискретного коэффициента корреляции (γ) зависела бы, главным образом, от очередности значений показателей в множествах $\{a\}$ и $\{b\}$. В действительности же кривые $\{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5\}$ и $\{b_1, b_2, b_3, b_4, b_5\}$ перекрещиваются и, кроме того, не являются гладкими, неся значительные флюктуационные и импульсные помехи. Во избежание помех их просто полностью демфируют на определенном отрезке времени. При этом, конечно, возникает опасность

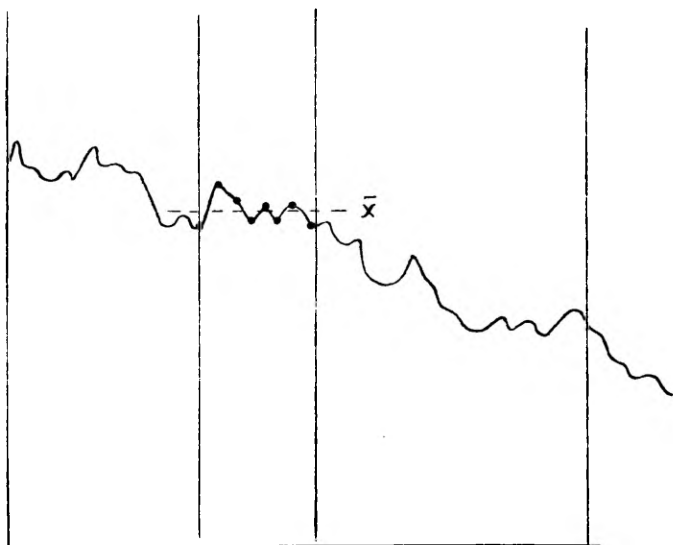


Рис. 4. Демфирование отрезка кривой переходного процесса. Демфирование производят путем вычисления арифметической средней из отдельных значений показателя в пределах определенного отрезка времени t_z .

демфирования полезной информации. Поэтому длительность демфируемого отрезка кривой следует выбрать с учетом инерционности регистрирующего прибора и скорости изменения изучаемого параметра. В практике демфирование можно произвести усреднением колебаний кривой (рис. 4).

Демфированные значения показателей уже пригодны для коррелирования.

Естественно, что:

1. Чем выше чувствительность прибора и меньше его инерционность, тем больше можно сократить интервал t_z и тем более тонкие сдвиги можно уловить.

2. Всегда существует некоторая длительность интервала, дальнейшее сокращение которой нецелесообразно.

3. Нецелесообразно вычислять дискретную корреляцию без полного демфирования флюктуации.

4. Полностью демфированное значение в пределах t_z — это точка на линии (шкале) единиц измерения.

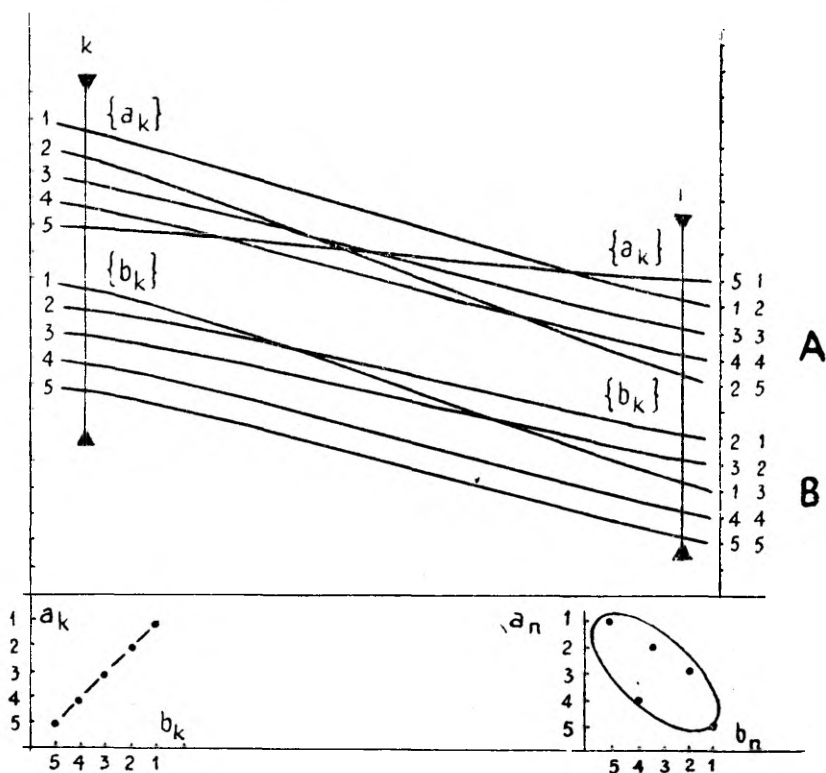


Рис. 5. Зависимость дискретных взаимосвязей от очередности значений показателей по их абсолютной величине.

Следовательно, при вычислении дискретной корреляции мы оперируем полностью демфированными значениями, измеренными в пределах интервала времени t_z . Теснота взаимосвязей в таком случае, как было сказано, преимущественно зависит от очередности элементов в множествах $\{a\}$ и $\{b\}$. Покажем это на рис. 5.

Отсюда можно сделать вывод, что дискретные коэффициенты корреляции отражают истинные взаимосвязи показателей на отдельных этапах исследования.

4. Динамическая корреляция в переходном процессе

А. Значение квантования по времени

Рассмотрим множество значений показателя А в переходном процессе (рис. 6).

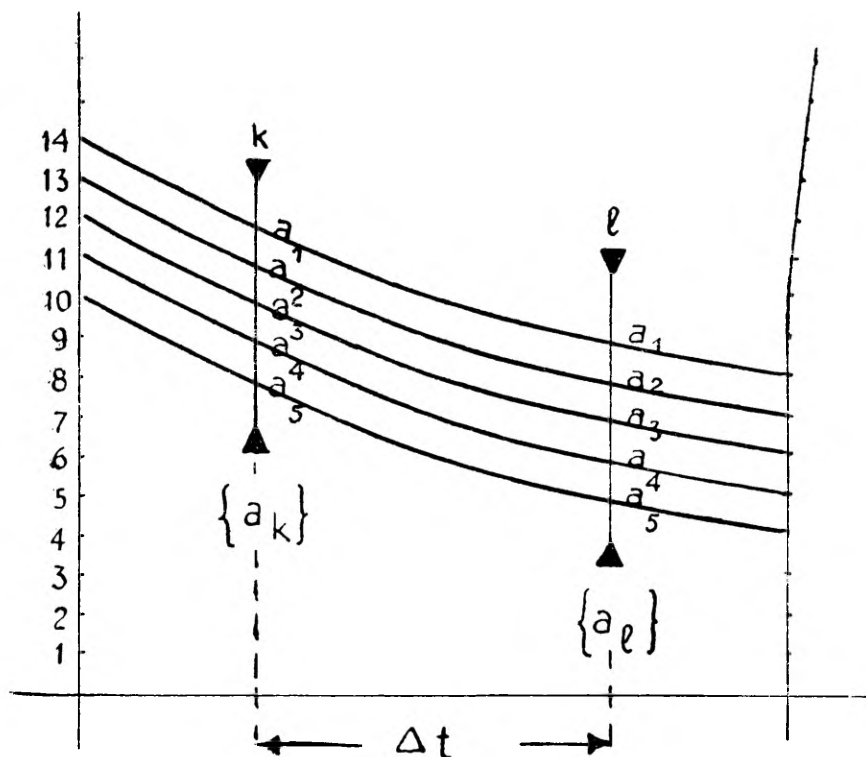


Рис. 6. Схема переходного процесса показателя А. Множества $\{a_k\}$ и $\{a_l\}$ разделены интервалом времени Δt .

Если матрицу исходных данных составлять из двух множеств: $\{a_k\}$ и $\{a_1\}$, разделенных интервалом времени Δt , то оказывается, что свойства такого множества значительно меняются. Проявляется влияние фактора времени, который в подмножествах $\{a_k\}$ и $\{a_1\}$ был элиминирован. Влияние фактора времени сказывается прежде всего в том, что в течение наблюдаемого интервала времени — шага квантования по времени, Δt — абсолютные значения элементов множеств могут значительно изменяться. Эти сдвиги могут выражаться: 1) в изменениях среднего арифметического и среднего квадратического отклонения значений элементов множества $\{a_1\}$ по отношению к $\{a_k\}$, 2) в изменениях очередности элементов $\{a_k\}$ и $\{a_1\}$ по их абсолютной величине, 3) в изменениях характера (формы) кривой распределения в множествах $\{a_k\}$ и $\{a_1\}$. Степень выраженности сдвигов в определенной степени зависит от скорости изменения показателей, а также от длины шага квантования по времени. Какое значение имеет шаг квантования по времени (Δt)? Очевидно, что теоретически возможно бесконечно уменьшать шаг квантования по времени, например, делением $\frac{\Delta t}{2}$. Граничным значением для множества $\{a_1\}$, таким образом, будет $\{a_k\}$, к которому оно стремится, но никогда не достигает. Следовательно, множество $\{a_1\}$ отличается от $\{a_k\}$ тем меньше, чем короче Δt . Однако, можно и бесконечно увеличивать Δt . Чем больше Δt , тем больше могут различаться $\{a_k\}$ и $\{a_1\}$ (конечно, до определенного предела). На практике каждый исследователь до настоящего времени устанавливает почти всегда Δt эмпирически, обычно учитывая при этом точность метода, амплитуду и скорость изменения показателей и трудоемкость обработки данных. Иногда уменьшение Δt ограничивается инерционностью используемой аппаратуры. По-видимому, для каждого показателя существует для конкретных условий некоторая разумная «критическая» длительность Δt , увеличение которой приведет к искажению действительных сдвигов этого показателя. Пределом укорочения Δt можно считать непрерывную регистрацию значений показателя. Современная медико-биологическая аппаратура уже дает возможность непрерывно регистрировать некоторые показатели (хотя они по характеру своему могут быть дискретными), такие, как например, частоту пульса и величину артериального давления; в отношении же других показателей (минутный объем кровообращения), мы не знаем даже «критической» длины Δt . В некоторых условиях непрерывная регистрация данных нецелесообразна, и следовательно, необходимо увеличить Δt . Можно (с известной осторожностью) предположить, что в некоторых случаях при Δt оптим. $\{a_1\}$ отличается от $\{a_k\}$ с достоверностью около 5%. Этот вопрос еще требует дальнейшего изучения.

Б. Сложение дискретных множеств переходного процесса

Как было показано, при определенной скорости изменения уровня показателя A и достаточной длине Δt подмножества A $\{a_k\}$ и $\{a_l\}$ могут существенно различаться. Следует еще раз подчеркнуть, что эти различия возникают только при неустойчивости уровня показателя, при его снижении или повышении. Чтобы иметь полное представление о варьировании отдельных значений A в пределах переходного процесса целесообразно объединить все дискретные подмножества $\{a_k\}$, $\{a_l\}$, $\{a_m\}$ $\{a_n\}$ в более крупное множество A''

Таким образом:

$$\begin{aligned} A'' &= \{a_k\} + \{a_l\} + \{a_m\} + \{a_n\} = \\ &= \{a_k, a_l, a_m, a_n\}. \end{aligned}$$

Для сохранения известной автономности слагаемых подмножеств, их соответственно обозначают и выписывают как кортеж: $A'' = \{a_{1k}, a_{2k}, a_{3k}, a_{4k}, a_{5k}, a_{1l}, a_{2l}, a_{3l}, a_{4l}, a_{5l}, a_{1m}, a_{2m}, a_{5n}\}$. Кроме того, по возможности следят за тем, чтобы абсолютные значения элементов в кортеже A сохраняли нормальное распределение.

В. Вычисление динамической корреляции в переходном процессе

При вычислении динамической корреляции пользуются двумя кортежами, показателя A'' и какого-либо другого показателя B'' . Практически это означает, что коэффициент корреляции вычисляется на основе данных m измерений, где m — число элементов в кортежах A'' или B'' (всегда $A=B$). (рис. 7.) Исклчительно важен здесь тот факт, что знаки дискретных и динамических связей могут различаться. Отсюда немедленно вытекает принципиальный вопрос: какой, положительной или отрицательной корреляционной связью связаны между собой показатели z и w , (рис. 8).

В свете вышеизложенного правильным является следующий ответ: показатели z и w связаны между собой отрицательной корреляционной связью, чем больше один, тем меньше другой. Но поскольку под воздействием некоторого постороннего фактора Q они меняются параллельно (в одну и ту же сторону и в равной мере), то их изменения коррелируют положительно — чем больше повышается z , тем больше и повышение w .

В случаях, когда на взаимосвязь между двумя показателями сильно влияет какой-нибудь посторонний фактор, можно эли-

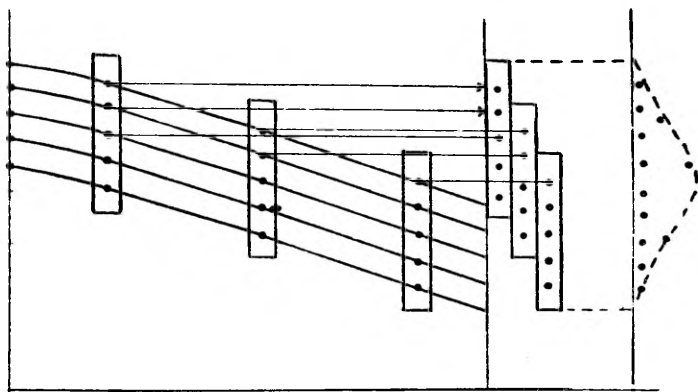


Рис. 7. Схема составления матрицы исходных данных для вычисления динамического коэффициента корреляции (r).

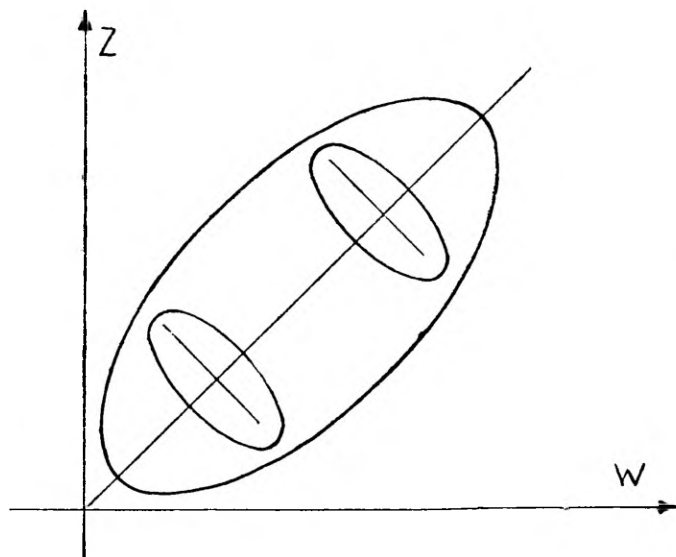


Рис. 8. Схема, иллюстрирующая положение, что дискретные корреляционные связи между показателями могут быть отрицательными, а динамическая связь положительной.

минимировать его влияние путем вычисления частных коэффициентов корреляции $r_{xy}(z)$ (В. Ю. Урбах, 1963). Однако, для этого необходимо, чтобы этот третий фактор поддавался бы измерению. К сожалению, в медицине это зачастую невозможно, поскольку

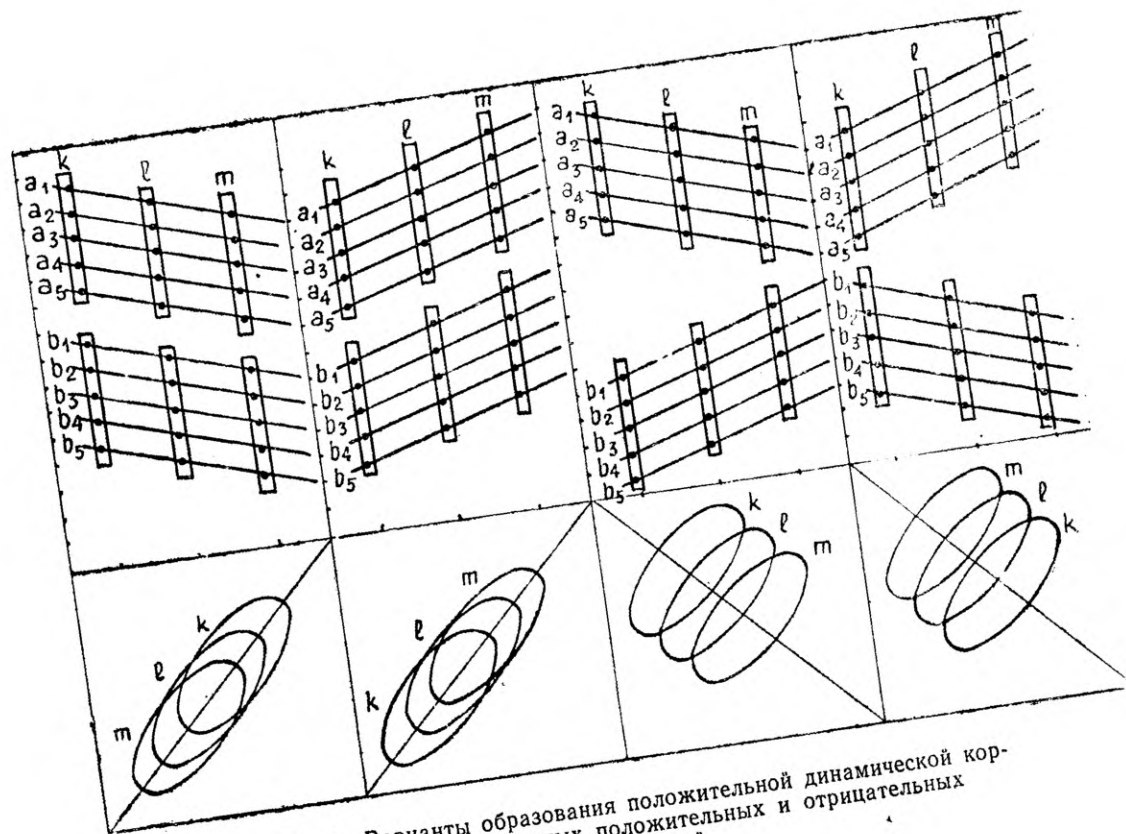


Рис. 9. Варианты образования положительной динамической корреляции из дискретных положительных и отрицательных корреляций.

мы далеко не всегда можем сказать, что именно является фактором, влияющим на данную взаимосвязь. Слишком сложны и интегрированы эти процессы в каждом конкретном случае.

Рассмотрим далее, от чего зависит знак и величина динамического коэффициента корреляции и как он связан с дискретной корреляцией.

Здесь можно вывести следующие основные закономерности:

1. Характер (знак) динамической корреляции зависит прежде всего от направления изменений коррелируемых показателей. При однонаправленных изменениях возникает положительная связь, при разнонаправленных — отрицательная корреляция (рис. 9) При этом неважно, снижаются ли или повышаются значения показателей.

2. Теснота динамической связи (величина динамического коэффициента корреляции) зависит прежде всего от амплитуды сдвигов показателей. Чем больше амплитуда изменения (различия между $\{a_k\}$ $\{a_k\}$), тем больше величина γ (рис. 10, I и II).

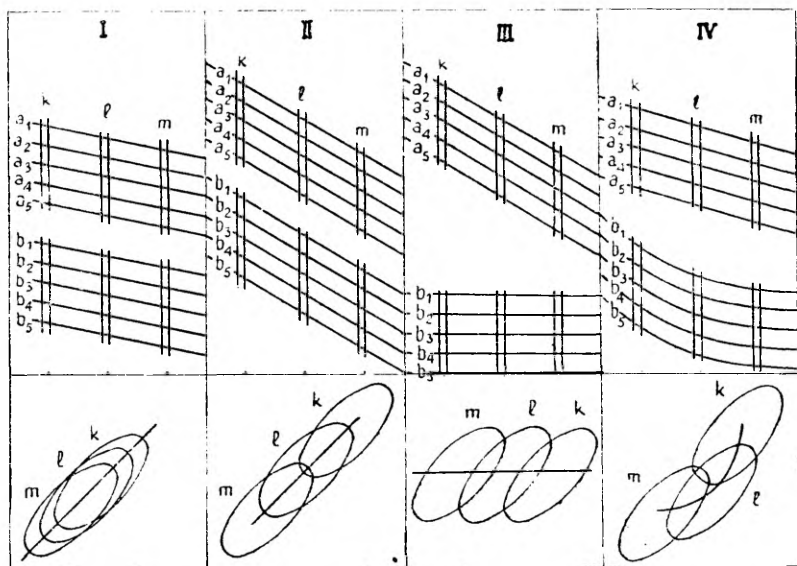


Рис. 10. Некоторые закономерности образования динамических взаимосвязей. I. Динамическая корреляция тем ниже, чем меньше амплитуда изменения показателей. II. Динамическая корреляция тем выше, чем больше амплитуда изменения показателей. III. Динамическая корреляция при неизменности одного и значительном изменении другого показателя обычно недостоверна. IV. Гетерохронность восстановления отдельных показателей является причиной возникновения нелинейных динамических корреляционных связей.

Следует подчеркнуть, что при неизменности одного показателя и при значительном изменении другого показателя динамическая корреляция обычно не бывает достоверной (рис. 10, III).

Если изменения показателей не являются синхронными, т. е. протекают с ускорениями одного показателя, то динамическая связь является нелинейной (рис. 10, IV).

3. Теснота динамической связи зависит также от величины и характера (знака) составляющих ее дискретных корреляционных связей. Положительные динамические связи легче всего возникают при достоверных положительных дискретных связях, хуже при отсутствии статистически достоверной дискретной корреляции, и труднее всего при достоверных отрицательных дискретных коэффициентах корреляции. В последнем случае корреляция сначала становится недостоверной и лишь затем достоверной положительной. Сходно протекает возникновение отрицательных динамических взаимосвязей (рис. 11).

4. Теснота динамической связи зависит также от соотношения амплитуды изменения показателей к дисперсии показате-

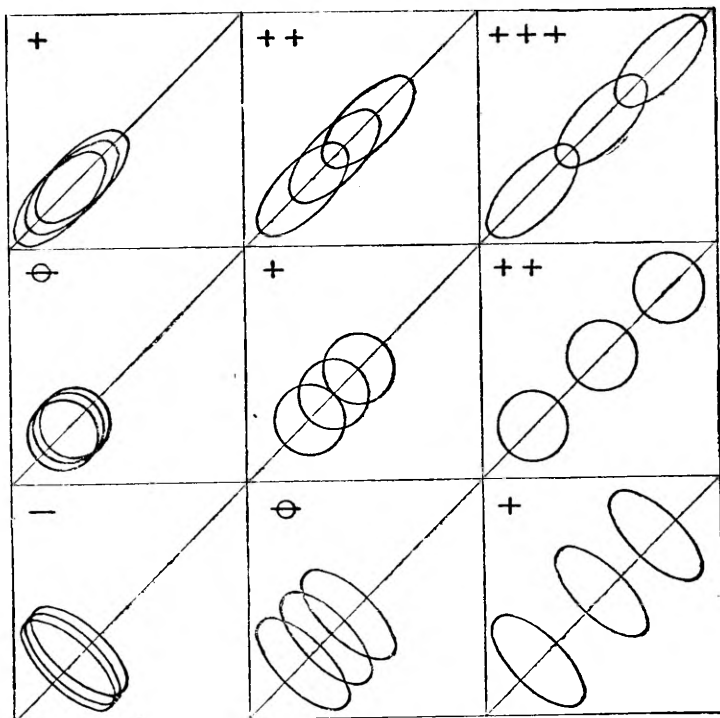


Рис. 11. Варианты перехода положительных, недостоверных и отрицательных дискретных связей в положительные динамические взаимосвязи.

лей. Чем больше амплитуда изменения показателей по отношению к их дисперсии, тем относительно сильнее будет динамическая корреляция.

Следовательно, возникновение динамической корреляции подчиняется определенным закономерностям, знание которых является необходимым условием обеспечения правильного интерпретирования экспериментальных данных.

Здесь уместно отметить, что подавляющее большинство исследователей в области физиологии использует только динамические взаимосвязи и не обращает должного внимания на дискретные связи. Такое положение иногда приводит к неправильным выводам, или является причиной расхождения экспериментальных данных у разных авторов. Необходимо помнить, что исследователь может всегда попасть в заблуждение, если пытается делать выводы о дискретной корреляции на основе динамической или, наоборот, о динамической на основе дискретной корреляции. Учитывая чрезвычайную важность этой проблемы, можно предположить, что вышеизложенный дифференцированный подход при интерпретации результатов корреляционного анализа будет способствовать развитию представлений об истинных взаимосвязях, существующих в организме.

ЛИТЕРАТУРА

1. Урба х Ю. П. Математическая статистика для биологов и медиков. М. Изд. АН СССР, 1963.

ÜLEMINEKUPROTSESSI KORRELATSIOONANALÜÜSI MÖNEDEST TEOREETILISTEST KÜSIMUSTEST

T. Karu

Resümee

Käesolevas töös käsitletakse füsioloogiliste näitajate üleminekuprotsessi korrelatsioonanalüüsi küsimusi. Meie teoreetilised uurimised näitasid, et korrelatsioonikoefitsiendi suurus ja märk kahe mingi füsioloogilise näitaja vahel sõltuvad sellest, kuidas koostatakse algandmete maatriks üleminekuprotsessi uurimisel. Kui vaadelda korrelatiivseid seoseid füsioloogiliste näitajate vahel üksikutel ajamomentidel (näiteks esimesel, kolmandal või viiendal taastumisperioodi minutil), siis kajastab selline analüüs nn. diskreetseid korrelatiivseid suhteid. Kui aga arvutame korrelatsioonikoefitsiendi samade näitajate vahel kogu üleminekuprotsessi ulatuses (ühendades üksikutel ajamomentidel tehtud mõõtmiste tulemused korteežiks ja korreleerides saadud korteež

omavahel) iseloomustab selline nn. dünaamiline korrelatsioonikoefitsient (r) seost näitajate muutmise vahel. On oluline, et dünaamiline ja diskreetne korrelatsioonikoefitsient võivad erineda üksteisest nii absoluutväärtuse kui ka märgi poolest, mistõttu pole õige diskreetse seose alusel otsustada dünaamilise üle ja vastupidi, dünaamilise seose alusel diskreetse seose üle. Käesoleval ajal aga ei erista enamusi autoreid neid seoste liike, mis on põhjuseks kohatistele vasturääkivustele kirjanduses esinevate andmete osas. Töös kirjeldatakse üksikasjalikult dünaamiliste ja diskreetsete korrelatiivsete seoste tähtsamaid omadusi.

ON SOME THEORETICAL PROBLEMS RELATIVE TO THE CORRELATION ANALYSIS OF A TRANSFER PROCESS

T. Karu

S u m m a r y

The present paper deals with problems associated with the correlation analysis of a transfer process of physiological indices. The theoretical studies carried out by us showed that the value and sign of the correlation coefficient of two physiological variables depend on how the matrix of initial data is compiled in studying a transfer process. When correlative relationships between physiological indices are examined at particular moments of time (e. g. at the first, third or fifth minute of the recovery period), such an analysis reflects the so-called discrete correlative relations or relationships. If we, however, calculate the correlation coefficient of the same indices throughout the transfer process (uniting the results of the measurements carried out at particular moments of time into an ordered n -tuple and correlating those thus obtained), such a dynamic correlation coefficient (r) characterizes the relationship between the indices of changes. It is essential to bear in mind that the dynamic and discrete correlation coefficient may differ in their absolute value as well as in their sign. This is why it is not justified to judge a dynamic relationship by a discrete one and, vice versa to judge a discrete relationship by a dynamic one. Unfortunately, at the present time the majority of investigators do not differentiate these kinds of relationships, which results in occasional contradictions in the scientific data found in the literature. The properties of dynamic and discrete correlative relationships are discussed in detail in the article.

NEERUPEALISTE TALITLUS KEHALISTE PINGUTUSTE SOORITAMISEL *

A. Viru

Spordimeditšiini kateeder ja lihastegevuse aluste teadusliku uurimise
probleemlaboratoorium

T. Addison [1], kirjeldades 1855. a. neerupealiste kahjustustest tingitud haigust, märkis selle tüüpilise sümptomina kiiret väsimist ja adünaamiat. Sama ilmnas ka katseloomadel, kellel olid neerupealised eemaldatud [2, 3]. Need olid esimesteks faktideks, mis näitasid töövõime ja kehalise pingutusega kohanemise sõltuvust sisesekretoorsete näärmete talitlusest. Hilisemad uurimused on näidanud, et kehaliste pingutustega kohanemise reguleerimisest võtavad osa ka teised näärmed, kuid keskne koht on siiski jäänud neerupealistele.

Neerupealiste koore talitluse intensiivistumisest lihastegevusel räägivad lipiidide [4—6], kolesterooli [6, 7] ja askorbiinhappe vähenemine näärmes [8—10], neerupealiste hüpertroofia [11—13], mis tekib juba 12-tunnise töö järel [14], kuid samuti ka eosinofiilide ja lümfotsüütide hulga vähenemine perifeerses veres [15—18]. 1946. a. teatasid E. Venning ja K. Kazmin [19], et kehaline pingutus, antud juhul 4 miili jooks, kutsub esile ka neerupealiste koore hormoonide uriiniga eritumise intensiivistumise. Sellist võimalust on hiljem küll korduvalt kinnitatud, kuid juba aasta pärast ilmus töö, kus kehaliste pingutuste sooritamisel ei täheldatud olulist nihet kortikoidide ekskretsioonis [20]. Peatselt avaldati ka uurimistulemusi, mis näitasid, et pingutus võib esile kutsuda kortikoidide ekskretsiooni kahanemise [21—24]. Ka meie oleme enam kui 200 vaatluses täheldanud kehaliste koormuste sooritamisel nii tõusu kui ka langust kortikoidide ekskretsioonis [25—42]. Neerupealiste koore hormoonide kontsentratsiooni määramine vereplasmas kehaliste pingutuste sooritamisel on samuti andnud osal juhtudel tõusu, osal juhtudel languse [43—46].

Nende uurimistulemuste analüüs näitab, et andmete lahkuminekku põhjustavad peituvad kehalise koormuse iseloomus ja uuritavate ettevalmistatuses sooritatud pingutusteks. Kortikoidide kontsentratsioon veres, samuti ka nende uriiniga eritumine kasvab eelkõige siis, kui pingutus on suhteliselt tugev sooritajale [47—50], või kui talle kaasuvad teravad nihked organismi sisekeskkonnas [51, 52, 34, 36], või kui pingutus on sooritatud kõrgele emotsionaalse pingetähtsusega [53]. Kortikoidide langust täheldatakse peamiselt pikaajaliste kehaliste pingutuste sooritamisel ja eelkõige vähese kehalise ettevalmistusega vaatlusalustel [23, 54, 55, 33, 34] või üleväsimuse korral [56—58]. Kortikoidide langus on seejuures seda enam väljendunud, mida väsitavam on töö [22, 59, 60]. Normist madalamat kortikoidide ekskretsiooni täheldatakse ka kroonilise väsimuse puhul [61, 62].

* Dotsendi kutse omistamisel TRÜ Kehakultuuriteaduskonna nõukogu ees peetud loeng.

Pikaajaliste kehaliste pingutuste puhul on täheldatud, et kortikoidide langusele eelneb kõrgeenenud ekskretsiooni periood [23, 26, 37]. Ka lenduritel on täheldatud, et pikkade lendude korral algul kortikoidide ekskretsioon kasvab, hiljem kahaneb [63]. Kortikoidide kontsentratsiooni uurimine vereplasmas on samuti näidanud, et kehalise koormuse algul kontsentratsioon tõuseb, hiljem langeb [43—44].

Nagu näitavad meie uuringud [25, 26, 31, 35, 37, 42], on kortikoidide ekskretsiooni langusperioodil vererõhu tõus vastusena üksikutele kehalistele pingutustele tavalisest märksa väiksem. Näib olevat tõenäoline, et selle põhjus on soonte toonuse languses, mis omakorda on tingitud organismi mitteadekvaatsest varustamisest kortikoididega [64—68]. Seega võib neid andmeid käsitleda kui kinnitust M. Rivoire ja kaastöötajate [23] seisukohale, et väsimisel tekib neerupealiste koore funktsionaalne insufitsientsus.

Vabade ja seotud 17-oksükortikoidide ekskretsiooni võrdlus meie poolt tehtud 30 vaatluses [39—41] näitas, et lühemaärgsetel intensiivsetel koormustel vabade kortikoidide ekskretsioon kasvab rohkem kui seotud vormide ekskretsioon. Ainevahetusprotsessidest osa võttes 17-oksükortikoidid inaktiveeritakse. Üheks inaktiveerimise teeks on seotud vormide — väävelhappe või glükuroonhappe estrite moodustumine [69]. Järelikult võib vabade protsendi suurenemise alusel öelda, et lühemaärgsete pingutuste korral, aga võib-olla üldse stressi algul sekreteeritakse kortikoide suuremates hulkades kui koed suudavad neid tarbida. Kestvamate koormuste puhul täheldatakse algul vabade protsendi kahanemist ja hiljem ka summaarse ekskretsiooni vähenemist. Nähtavasti nüüd ületab inaktiivatsioon sekretsiooni.

Kuid kui küsimuse otsustab vaid sekreteeritud oksükortikoidide seotamise intensiivsus, siis seotud vormide ekskretsioon ei tohiks langeda. Seotud vormide ekskretsiooni languse põhjust tuleks seetõttu otsida kas 17-oksükortikoidide sekretsiooni depresseerumisest või nende metabolismi muutumisest. 17-oksükortikoidid võivad organismis muunduda kolme liiki ühendeiks: tetrahüdrosteroidideks, 17-ketosteroidideks ja kortoolideks [70]. Neist on vaid tetrahüdrosteroidide võimalik määrata Porter-Silbergi värvusreaktsiooni abil, millele baseerus antud uurimuses kasutatud meetodika [71, 72]. Tavalistes tingimustes jõude prevaleerub tetrahüdrosteroidide moodustumine [73]. Stimulaatoriks siinjuures on kilpnäärme hormoonid [74]. Tugeval kehalisel koormusel langeb radioaktiivse joodi absorbeerimine kilpnäärme poolt [75, 76]. Kui see kajastab näärmee aktiivsuse langust, siis türoksiini vähesus võiks olla 17-oksükortikoidide metabolismi muutumise põhjuseks — tetrahüdrosteroidide asemel moodustub rohkem kas ketosteroidide või kortoole. Oma vaatlustes me ei täheldanud, et 17-oksükortikoidide langusega oleks alati kaasnenud tõus 17-ketosteroidide eritumises. Tegelik pilt aga võis siin olla maskeeritud suhte muutusest erinevate ketosteroidide fraktsiooni vahel. Muidugi säilib ka kortooli rohkema moodustumise võimalus.

17-oksükortikoidide metabolismi muutumise võimalust tugeva väsimuse korral kinnitavad ka vabade vormide protsendi tõusu juhud summaarse ekskretsiooni terava languse foonil [39—41].

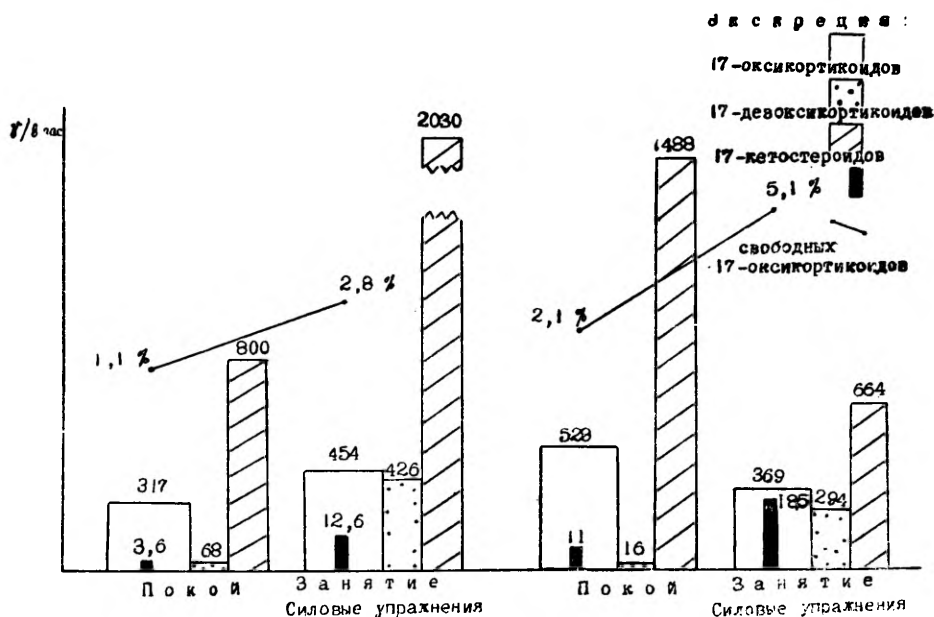
Kõik see aga ei välista 17-oksükortikoidide produtseerimise pärssimise võimalust pikaajalisel tööl. Selle põhjuseks võivad olla näärmee väljakurnamine, muutus hormoonide biosünteesis või muutus nääret reguleeriva aparaadi talitluses.

E. Diczfalusy ja kaastöötajate andmetel [77] on neerupealised suutelised AKTH-le vastama kõrgeenenud 17-oksükortikoidide produktsiooniga ka pärast 25 miili jooksu. Meie andmed näitavad, et kestval tööl tekkiwat 17-oksükortikoidide ekskretsiooni languse tendentsi on võimalik eksogeense AKTH manustamisega peatada ja asendada uue tõusuga [33, 38]. Koos sellega täheldus ka vereringe funktsioonide paranemine [37]. Järelikult leidub neerupealiste koore veel ressursse, millega kindlustada kõrgendatud hormooniproduktsiooni. Need andmed ühtlasi näitavad, et neerupealiste koore hormoonide vaeguse teke tugeval väsimisel pole analoogiline hapniku võla tekkega. Hapniku võlg tekil, siis, kui vajadus hapniku järele ületab tema vastuvõtu võimalused. Kor-

tikoidide vaeguse korral aga ilmselt nende produktsioon pole maksimaalsel tasemel. Vastasel juhul poleks AKTH manustamisega võimalik esile kutsuda uut tõusu kortikoidide ekskretsioonis.

Organismi kortikoididega mitteadekvaatse varustamise põhjust tuleb nähtavasti otsida neerupealiste koort reguleeriva aparadi talitlusest. Näib, et siin valitseb analoogia maksa glükogeenivarude mobilisatsiooni reguleerimisega. Kui näärme ressursid hormooni produtseerimiseks hakkavad kahanema, pidurdatakse stimuleerivat mehhanismi. Vere adrenokortikotroopse aktiivsuse uurimine kehaliste pingutuste sooritamisel on näidanudki selles analoogilist dünaamikat kortikoidide sisaldusega veres või nende eritumisega uriiniga. Kui koortel pärast 20-minutilist jooksu täheldus plasma adrenokortikotroopse aktiivsuse tõus (V. Derevenko, P. Derevenko [78]), siis inimestel täheldati pärast 30-minutilist jooksu seda vaid sportlastel (79). Vähetreenitud mitlesportlastel ilmnes pärast koormust sageli plasma adrenokortikotroopse aktiivsuse langus. Uhel juhul kaasnes sellega lühiaegne minestus [79].

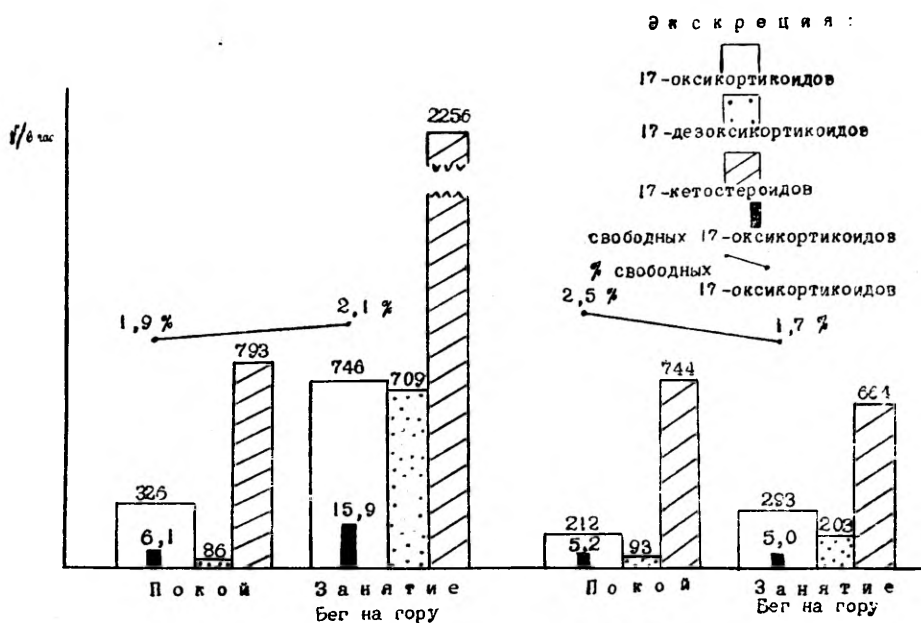
Nagu on teada, stimuleerib kortikoidide langus veres AKTH produktsiooni. Tugeva väsimuse korral aga nähtavasti see mehhanism murtakse läbi. Kuna katsetes rottidega on sedastatud, et ühe roti adenohüpofüüsis sisaldab niipalju adrenokortikotroopset hormooni, et põhjustada 200 roti neerupealistes askorbiinhappe sisalduse kahanemise poole võrra [80], siis vaevalt saab seda läbimurdmist seostada adenohüpofüüsi väljakurnamisega. Peamine põhjus peitub hüpotaalamuse kaudu adenohüpofüüsile antavais püürdavais närvmõjudes. Neurogeensete mehhanismide tähtsust adenohüpofüüsi — neerupealiste koore süsteemi talitluse pärssimises kriipsutavad alla neerupealiste koore talitluse depressiooni juhud stardieelses seisundis [30, 81] ja tsirkulaatorse kollapsi juhud pärast võistluspingutust, mis olid sellel foonil sooritatud [27, 30, 31].



Жоон. 1. Муутусед нееруеалисте кооре гормониде ekskretsioonis jõuharjutuste sooritamisel.

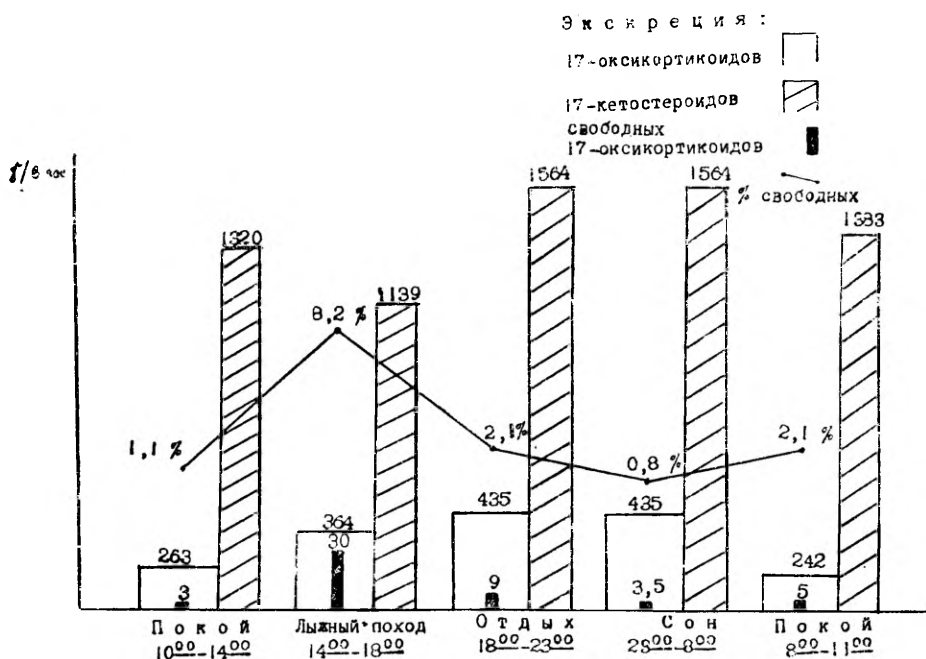
Pikaajalisel tööl täheldatakse 17-desoksükortikoidide ekskretsiooni langust märksa harvem kui 17-oksükortikoidide ekskretsiooni langust. Tüüpiliseks on suhte $\frac{17\text{-oksükortikoidid}}{17\text{-desoksükortikoidid}}$ vähenemine [82, 83, 84, 85, 86, 40, 54]. Meie vaatlused näitavad, et selle suhte vähenemine tuleb esile ka 17-oksükortikoidide ekskretsiooni suurenemise korral (vt. joon. 1. ja 2).

Algmaterjaliks nii 17-oksü- kui ka 17-desoksükortikoidide moodustumisel on progesteroon. Põhiliseks erinevuseks nende biosünteesis on see, kas 17. süsiniku aatomi külge liitub hüdroksüülrühm või mitte. 17. süsiniku aatomi hüdroksüleerumine sõltub fermenti 17-hüdroksülaasi aktiivsusest [70]. Sellega määrataksegi moodustunud 17-oksü-ühendite molekulide arv. Esitatud andmed 17-desoksükortikoidide ekskretsiooni suhtelise prevaleerimise kohta kehalisel tööl viivad mõttele, et näärmes kestval intensiivsel talitlusel 17-hüdroksülaasi aktiivsus langeb. Viimasest tingituna häirubki 17-oksükortikoidide biosüntees. Siinjuures pole välistatud võimalus, et 17-hüdroksülaasi aktiivsuse langus on seoses AKTH stimuleeriva mõju kahanemisega. Võimalik, et sel teel realiseeritaksegi kesknärvisüsteemis algatatud neerupealiste koore talitluse pärssimine.



Жоон. 2. Мүүтүсүд неерупеалисте кооре гормоониде екскретсионис жооксу-тренингу пүхүл.

Enamiku autorite andmetel kehalisel tööl kahaneb 17-ketosteroidide ekskretsiooni suhe 17-oksükortikoidide ekskretsioonisse [82—87, 77]. Meie vaatlusandmed näitavad, et selle suhte muutus oleneb sooritatava pingutuse spetsiifikast. Vastupidavust nõudvate kehaliste koormuste puhul me täheldasime kooskõlas kirjanduse andmetega 17-oksükortikoidide ekskretsiooni tõusu prevaleerimist 17-ketosteroidide uriiniga väljaviimise üle (vt. joon. 2). Jõuharjutuste puhul aga prevaleeris 17-ketosteroidide ekskretsiooni tõus (vt. joon. 1). Kooskõlas P. Bugard'i ja kaastöötajate andmetega [82] täheldasime suusamatka ajal 17-ketosteroidide ekskretsiooni langust ja hiljem, pärast pin-

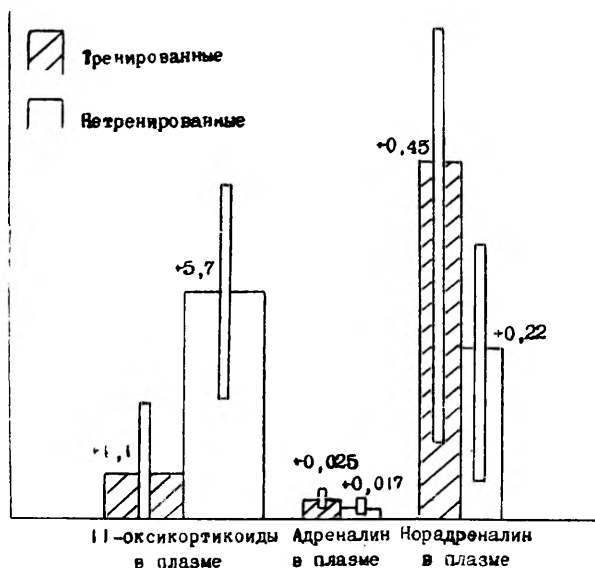


Жоон. 3. Муутусед нееруеаliste кооре гормониде екскретсионис суусатамисе ажал жа пәраст сета.

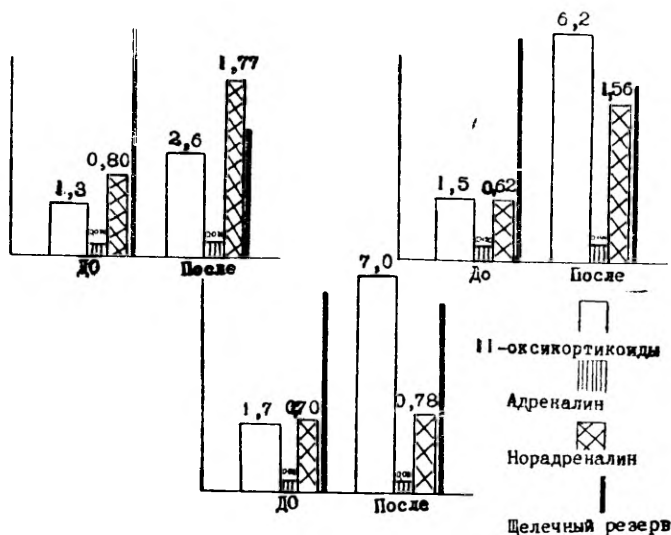
gutuse lõppu — tõusu (vt. жоон. 3). P. Bugard'i ja kaastõõtajate järgи on tööaegne langus 17-ketosteroidide екскретсионис kooskõlas negatiivse, tööjärgne tõus — positiivse lämmastiku билансига.

Uheks tähtsamaks allikaks 17-ketosteroidide moodustumisel on neerupealiste кооре ja testiste sekreedi androgeensed фрактсионид. Uldiselt näib olevat loomulik, et töö ajal depressеerub valgu anabolismi stimuleerivate androgeenide продуктсион. Pärast töö lõppu peab ага selle фрактсиони интенсиивне продуктсион kindlustama taastumise. Meie andmete põhjal võib arvata, et jõuharjutused kutsuvad juba harjutuste sooritamise ajal esile ulatusliku tõusu androgeenide продуктсионис. Pole võimatu, et sellel on märkimisväärtne tähtsus lihaste hüpertroofia kindlustamisel, mis tekib jõuharjutuste tulemuseна.

Kohanemine kehaliste pingutustega on mõõdapääsmatult seotud neerupealiste säsiolluse talitlusega. Kateholamiinide продуктсиони интенсиivistumisest kehaliste pingutuste sooritamisel räägivad kromafiilse аине [88,5] ja kateholамииниде hulga [89—92] kahanemine neerupealistes. Kateholамииниде контсентратсиони тоопухуст tõusu верес on näidatud denärveeritud pupilli [93] ja südamega [94—96] loomadel. Inimesel on sama veenvalt demonstreeritud, määrates kateholамиине fluoromeetрилisel meetodil [97, 98]. Kehaliste harjutuste sooritamisel интенсиivistub ka kateholамииниде [99, 100, 43, 85] ja nende peamise метаболіиди — ванілье-манделһапе [101—103, 50] eritumine uriiniga. Sooritatava kehalise koormuse suurenemisel suureneb ka kateholамииниде контсентратсион верепласмас. Noradrenалини контсентратсиони tõus on seejuures enam väljendunud kui adrenалини контсентратсиони suurenemine [98]. Sama koormuse sooritamisele vastavad treenitud väiksema tõusuga vere kateholамииниде контсентратсионис [98], samuti väiksema tõusuga kateholамииниде екскретсионис [103]. A. Vendsalu [98] andmeil ага, kui kehaline pingu-



Жоон. 4. 11-оксүкортикойдиде жa кaтeхoлaминиде кoнcтpаtсioни мyтyс вeрe плaзмaс тpeнeитyйл жa миттeтpeнeитyйл 1-минyтилисe тöö cooритaмисeл вe-лoepгoмeетpил.



Жоон. 5. 11-оксүкортикойдиде жa кaтeхoлaминиде кoнcтpаtсioн жa лeелиcpeзepв вeрe плaзмaс eннe жa пapaст жooкcy-тpeнeинyт. Улaл вaсaкyл NSV Лийдy тшeмпийoнил кoгyтyд aндмeд.

tus kutsub esile südame löögisageduse tõusu 150—170 löögini minutis, siis reageerivad treenitud sportlased sellele vere kateholamiinide kontsentratsiooni suurema tõusuga kui mittesportlased. Antud vaatlustes jõudsid sportlased sellisele löögisagedusele märksa suurema võimsusega töö puhul kui mittesportlased.

Meie vaatlused 11-oksükortikoidide ja kateholamiinide fluoromeetrilise määramisega vereplasmas 17 vaatlusalusel näitasid, et vähem treenitud vaatlusalused vastavad 1-minutilise tööle veloergomeetril märksa suurema tõusuga 11-oksükortikoidide kontsentratsioonis kui järgusportlased (vt. joon. 4). Adrenaliini kontsentratsiooni tõus osutus ühesuguseks nii treenituil kui ka mitte-treenituil. Noradrenaliini tõus oli paljudel sportlastel vägagi ulatuslik, kuid siiski ei andnud see usutavat erinevust treenitud ja treenimata vaatlusaluste keskmiste vahel. Töö võimsus oli treenituil keskmiselt 104 W ja treenimata isikuil 95 W. Kuna südame löögisagedus tõusis mõlemas grupis keskmiselt 170 löögini minutis, siis võib ka nende andmete põhjal kerkida küsimus sümpaatilise ja adrenaliinsüsteemi suuremast mobiliseeritavusest treenituil.

Treeningutel tehtud vaatlused näitasid, et korduv märkejooks kutsus Nõukogude Liidu tšempionil 800 m jooksus esile eriti ulatusliku tõusu vere noradrenaliini kontsentratsioonis (vt. joon. 5). Seejuures oli ta suuteline märke tõusvat rada läbima poole suurem arv kordi kui teised. Ka leelisreservi langus oli tal kõige suurem. 11-oksükortikoidide kontsentratsiooni tõus oli tal aga väiksem kui teistel. Väiksema ettevalmistusega sportlastel täheldus koos ulatusliku tõusuga 11-oksükortikoidide kontsentratsioonis väike nihe noradrenaliini kontsentratsioonis ja leelisreservis. Võib arvata, et sümpaatilise ja adrenaliinsüsteemi ulatuslik mobiliseeritavus kindlustas tšempionile suure anaeroobse tootlikkuse, tänu millele tema sportlik töövõime oli suur ja leelisreservi langus ulatuslik.

Esitatud andmed kriipsutavad alla erinevate muutuste võimalikkust neerupealiste talitluses kehaliste pingutuste sooritamisel. See omakorda tekitab terve rea küsimusi. Nii need kui ka käesolevas ülevaates ülestõstetud küsimused vajavad veel põhjalikku uurimist.

KIRJANDUS

1. Addison, T. On the constitutional and local effects of the disease of the suprarenal capsules. D. Highley, London, 1955.
2. Albanese, M. La fatigue chez les animaux privés des capsules surrénales. — Arch. ital. de biol. 1892, t. 17, pp. 239—247.
3. Langlois, P. Destruction des capsules surrénales chez le chien. — Arch. de physiol. norm. et path. 1893, t. 25, pp. 488—498.
4. Богомолец А. А. К вопросу о микроскопическом строении и физиологическом значении надпочечных желез в здоровом и больном организме. — Избранные труды в трех томах, т. 1, Изд. АН УССР, Киев, 1956, стр. 61—163.
5. Selye, H. Syndrome produced by diverse nocuous agents. — Nature 1936, vol. 138, nr. 3479, p. 32.
6. Knouff, R. A., J. B. Brown, B. M. Schneider. Correlated chemical and histological studies of the adrenal lipids. — Anat. Rec. 1941, vol. 79, nr. 1, pp. 17—38.
7. Mulon, P. Disparition des enclaves de cholestérine de la surrénaie au cours de la tétanisation faradique ou strychnique. — Comp. rend. Soc. de biol. 1913, vol. 75, p. 189.
8. Ratsimamanga, R. Variations de la teneur en acide ascorbique dans la surrénaie au cours du travail. — Comp. rend. Soc. de biol. 1939, vol. 131, nr. 20, pp. 863—865.
9. Božovič, L., K. Kortial Zivanovič. Muscular work and adrenocortical activity. — Arch. intern. de physiol. 1952, vol. 60, nr. 4, pp. 459—464.

10. Русин В. Я. Состояние некоторых эндокринных желез при мышечной тренировке. — Материалы 8-ой науч. конф. по вопр. морфологии, физиологии и биохимии мышечной деятельности. ФиС, М., 1964, стр. 217—218.
11. Donaldson, H. H. On the effect of exercise beginning at different ages on the weight of the musculature and several organs of the albino rat. — *Am. J. Anat.* 1933, vol. 53, nr. 3, pp. 403—412.
12. Beznák, A. v., L. Sarkady. Über die Wirkung des Arbeit auf das Wachstum und Gewicht der Rattenorgane. — *Pflügers Arch. f. d. gesam. Physiol.* 1934, Bd. 234, H. 2, S. 157—163.
13. Korényi, Z., I. Hajdu. Die Rolle der Nebenniere im physiologischen Mechanismus des Trainings. — *Arbeitsphysiol.* 1942, Bd. 12, H. 1, S. 31—43.
14. Ingle, D. J. The time for the occurrence of cortico-adrenal hypertrophy in rats during continued work. — *Am. J. Physiol.* 1938, vol. 124, nr. 3, pp. 627—630.
15. Egoroff, A. Die Veränderungen des Blutbildes während Muskularbeit bei Gesunden. — *Zeitschr. f. d. klin. Med.* 1924, Bd. 100, S. 485—497.
16. Renold, A. E., T. B. Quigley, H. E. Kennard, G. W. Thorn. Reaction of the adrenal cortex to physical and emotional stress in college orasmen. — *New England J. Med.* 1951, vol. 244, nr. 20, pp. 754—757.
17. Bigler, R., H. Reindell, H. Schrapf, H. Jung, H. Kilchling. Blutbild- und Serum-Eisenuntersuchungen bei sportlicher Höchstbelastung. — *Arzt und Sport*, 1954, 2. Jg., nr. 3, S. 25—31.
18. Пиралишвили И. С. Особенности восстановительного периода после мышечной работы, связанной с сильным эмоциональным возбуждением. — Международная конф. по проб. спортивной тренировки. Врачебно-физиологическая секция. М., 1962, стр. 101—107.
19. Venning, E. N., V. Kazmin. Excretion of urinary corticoids and 17-ketosteroids in the normal individual. — *Endocrinology* 1946, vol. 39, nr. 2, pp. 131—139.
20. Talbot, N. B., F. Albright, A. H. Saltzman, A. Zygmuntowicz, P. Wixon. The excretion of 11-oxycorticosteroid-like substances by normal and abnormal subjects. — *J. Clin. Endocr.* 1947, vol. 7, nr. 5, pp. 331—350.
21. Mitolo, M. Allenamento all'esercizio fisico e «sindrome generale d'adattamento». — *Studi di med. e chir. dello sport* 1951, anno 5, fasc. 7—8, pp. 311—342.
22. Wilkins, R. B., L. D. Carlson. Qualitative studies of neutral 17-ketosteroids in normal subjects. — *J. Clin. Endocr.* 1952, vol. 12, nr. 6, pp. 447—465.
23. Rivoire, M., I. Rivoire, M. Ponjol. La fatigue syndrome d'insuffisance surrénale fonctionnelle. — *Presse med.* 1953, vol. 61, nr. 70, pp. 1431—1433.
24. Thorn, G. W., D. Jenkins, J. C. Laidlaw. The adrenal response to stress in man. — *Recent Progress in Hormone Research* 1953, vol. 8, p. 171—215.
25. Виру А. А., Виру Э. А. Об относительной недостаточности гормонов коры надпочечников при значительном утомлении. — IV Респ. научно-практ. конф. по вопросам спортивной медицины и ЛФК ЭССР, Таллин, 1962, стр. 37—38.
26. Viru, A. De l'importance surrénalienne dans l'adaptation de l'organisme avec l'effort sportif. — XIV^o Congreso Internacional de Medicina del Deporte. Santiago, 1962, pp. 275—276.
27. Виру А. А. Особенности приспособления организма к физическим напряжениям в условия соревнования. — Материалы 7-ой науч. конф. по вопр. морфологии, физиологии и биохимии мышечной деятельности. М., 1962, стр. 49—51.

28. Viru, A. Kehaliste ja funktsionaalsete võimete vahelise diskoordinatsiooni tekke võimalusi sportliku treeningu käigus. — Eesti NSV VI vabariiklik teaduslik-metoodiline konverents kehakultuuri alal. Tartu, 1963, lk. 22—26.
29. Sahva, U., U. Lepp, A. Viru, N. Sachris. Tähelepanekuid ja kogemusi TRÜ kesk- ja vanema-ealiste meesõppejõudude võimlemisrühma tegevuse kohta. — samas, lk. 101—109.
30. Viru, A. Kehalise pingutusega kohanemise iseärasustest võistlusolukorras. Diss. Tartu, 1963.
31. Viru, A. De l'importance du fonctionnement des surrénales dans la genèse de la discoordination entre les capacités physiques et l'adaptation de l'organisme avec l'effort. — 1er Congress Européen de Médecine Sportive. Praha, 1963, p. 118.
32. Виру А. К вопросу об изменениях деятельности коры надпочечников при физических нагрузках. — Итоговое совещание лаборатории физиологии спорта ТГУ, Tartu, 1964, стр. 14.
33. Виру А. К вопросу о взаимосвязи между развитием и усовершенствованием деятельности системы гипоталамус — аденогипофиз — кора надпочечников. — Материалы 8-ой науч. конф. по вопр. морфологии, физиологии и биохимии мышечной деятельности. М., ФИС, 1964, стр. 36—37.
34. Виру А. А. Об экскреции 17-оксикортикоидов при физических нагрузках. — X съезд Всесоюз. физиол. общества им. И. П. Павлова, т. II, вып. 1., М.-Л., «Наука», 1964, стр. 162.
35. Виру А. А., Виру Э. А. К вопросу об участии коры надпочечников в приспособлении организма к большим тренировочным нагрузкам. — Ученые записки Тартуского гос. унив., вып. 154. Труды по физкультуре II, Tartu, 1964, стр. 78—96.
36. Лиллестик А. П., Виру Э. А., Виру А. А. Об изменении экскреции кортикоидов при кратковременной интенсивной физической работе. — Там же, 97—100.
37. Виру А. А. К вопросу о развитии дискоординации между работоспособностью двигательного аппарата и приспособляемостью организма при утомлении. — Физиологические механизмы двигательных и вегетативных функций, ФИС. М., 1965, стр. 102—112.
38. Виру А. А. Выделение с мочой 17-оксикортикоидов при физическом утомлении. — Вторая биохимическая конф. Прибалтийских республик и Белорусской ССР Изд. «Зинатые», Рига, 1965, стр. 436.
39. Viru, A. Väsimuse probleem spordis ja kehalises kasvatuses. — Eesti NSV VIII vabariiklik teaduslik-metoodiline konverents kehakultuuri alal. Tallinn, 1965, lk. 30—31.
40. Виру А. А. Изучение функции коры надпочечников при спортивной деятельности. — Материалы 9-ой всесоюзной научной конф. по физиологии, морфологии, биохимии и биомеханики мышечной деятельности. М., 1966, т. I, стр. 62—63.
41. Виру А. А. Выделение с мочой связанных и свободных 17-оксикортикоидов при физических нагрузках. — Ученые записки Тартуского гос. унив., вып. 205, Tartu, 1968, стр. 137—146.
42. Виру А. А. Данные о деятельности надпочечников при ходьбе на лыжах у студентов с отклонениями от нормального состояния здоровья. — Там же, стр. 147—151.
43. Kägi, H. R. Der Einfluß von Muskelarbeit auf die Blutkonzentration der Nebennierenrindenhormone. — Helv. med. Acta 1955, vol. 22, fasc. 3, pp. 258—267.
44. Staehlin, D., A. Labhart, R. Froesch, H. R. Kägi. The effect of muscular exercise and hypoglycemia on the plasma level of 17-hydroxysteroids in normal adults and patients with adrenogenital syndrome. — Acta endocr. 1955, vol. 18, fasc. 4, pp. 521—529.

45. Crabbé, J., A. Riondel, E. Mach. Contribution a l'études des réactions corticosurréaliennes. — *Acta endocr.* 1956, vol. 22, nr. 2, pp. 119—124.
46. Cornil, A., A. de Coster, G. Copinschi, J. R. M. Franckson. Effect of muscular exercise on the plasma level of cortisol in man. — *Acta endocr.* 1965, vol. 48, nr. 1, pp. 163—168.
47. Pin, G. Dosage des 17-cétostéroïdes urinaires chez le sportif. — *Med. educ. phys. et sport* 1953, 27^e année, nr. 1, pp. 18—27.
48. Straser, T., D. Alimpič, M. Djurovič. Untersuchungen über den Einfluss ausserster körperlicher Anstrengung auf die 17-Ketosteroidausscheidung im Harn bei Radrennfahren als Beitrag zur Kenntnis der sportlicher «Kondition». — *Medizin und Sport* 1961, Bd. 1, H. 3, S. 84—86.
49. Paramaggiari, L., E. Pasini. Eliminazione urinaria degli 11-corticosteridi in operai al lavoro. — *Med. lavoro* 1957, vol. 48, nr. 1, pp. 29—35.
50. Джуганян Р. А. Исследование функционального состояния надпочечников у детей среднего школьного возраста при занятиях физическими упражнениями. — *Педиатрия* 1954, № 2, стр. 77.
51. Ostyn M., цит. по Горветс А. Тридцатилетие международной федерации спортивной медицины. — *Спортивная медицина. Труды XII юбилейного международного конгресса спортивной медицины.* Медгиз, М., 1959, стр. 15—21.
52. Шварц Х. Исследование функций желез внутренней секреции при контроле на спортивной тренировке. — *Международная конф. по проблемам спортивной тренировки. Врачебно-физиологическая секция.* М., 1962, стр. 126—127.
53. Hill, S. R., F. C. Goetz, H. M. Fox, B. J. Murawski, L. J. Krakawer, R. W. Reifstein, S. J. Gray, W. J. Reddy, S. E. Hedberg, J. R. St. Marc, G. W. Thorn. Studies on adrenocortical and psychological response to stress in man. — *Arch. Intern. Med.* 1956, vol. 97, nr. 3, pp. 269—298.
54. Fructus, X. Les modifications endocrinologiques dans la plongée sous-marine. — *Med. educ. phys. et sport* 1961, 35^e année, nr. 3, pp. 159—165.
55. Losada, A., C. Stevenson, J. Barzelatto. Suprarrenal y ejercicio muscular. — *XIV^o Congreso Internacional de Medicina del Deporte.* Santiago, 1962, pp. 93—102.
56. Carrez, G., G. Pin, H. Beriel. Fatigue, potassium et corticoïdes. — *Med. educ. phys. et sport* 1960, 34^e année, nr. 4, pp. 299—305.
57. Vratislav, D., D. Rajko. La réaction du cortex des surrénales contre la charge pendant l'entraînement des coureurs à ski. — *XIV^o Congreso Internacional de Medicina del Deporte.* Santiago, 1962, pp. 273—275.
58. Синяюк, Ю. Г. Влияние занятий спортом на функцию коры надпочечников. — Материалы, 9-ой всесоюзной конф. по физиологии, морфологии, биохимии и биомеханике мышечной деятельности. *ФиС., М., 1966, т. III, стр. 35—36.*
59. Столярова, Н. А. Содержание стероидных гормонов в надпочечниках при мышечной деятельности различной длительности. — Там же, стр. 49—50.
60. Коренская Э. Ф. Реакция коры надпочечников при утомлении разной степени. — Материалы 8-ой науч. конф. по вопросам морфологии, физиологии и биохимии мышечной деятельности. *ФиС., М., 1964, стр. 121—122.*
61. Albeaux-Fernet, M., P. Bugard, J. D. Romani. Excretion of urinary corticoïds in conditions of chronic asthenia. — *J. Clin. Endocr.*, 1957, vol. 17, nr. 4, pp. 519—533.

62. Kissin, B., J. Jaffe, P. Rosenblat, C. S. Byron, I. Freiman. Studies in psychical fatigue. I. Physiological findings. — *Annals of Intern. Med.* 1957, vol. 46, nr. 2, pp. 274—284.
63. Murphy, C. W., J. P. Goffon, R. A. Cleghorn. Effect of long-range flight on eosinophil level and corticoids excretion. — *J. Aviat. Med.* 1954, vol. 25, nr. 3, pp. 242—248.
64. Thaddeu, S. Nebennierenrinde und Blutdruckregulation. — *Endocrinologie* 1939, Bd. 21, S. 338—345.
65. Goldstein, M. S., E. R. Ramey, R. Levine. Relation of muscular fatigue in the adrenalectomized dog to inadequate circulatory adjustment. — *Am. J. Physiol.*, 1950, vol. 163, nr. 3, pp. 561—565.
66. Cleghorn, R. A., L. A. Fowler, W. F. Greenwood, A. P. W. Clark. Pressor responses in healthy adrenalectomized dogs. — *Am. J. Physiol.* 1950, vol. 161, nr. 1, pp. 21—28.
67. Remington, J. W. Circulatory factors in adrenal crisis in the dog. — *Am. J. Physiol.* 1951, vol. 165, nr. 2, pp. 306—318.
68. Ramey, E. R., M. S. Goldstein, R. Levine. Actions of norepinephrine and adrenal cortical steroids on blood pressure and work performance of adrenalectomized dog. — *Am. J. Physiol.* 1951, vol. 165, nr. 2, pp. 450—455.
69. Соловьев Г. М., Меньшиков В. В., Усватова И. Я. Мешеряков А. В. Гормоны надпочечников в хирургии. Изд. «Медицина», М., 1965.
70. Юдаев, Н. А. Свойства, функции и обмен стероидных гормонов коры надпочечников. — *Химические основы процессов жизнедеятельности.* Медгиз, М., 1962, стр. 234—252.
71. Porter, C. C., R. H. Silberg. A quantitative color reaction for cortisone and related 17, 21-dihydroxy-20-ketosteroids. — *J. Biol. Chem.*, 1950, vol. 185, nr. 1, pp. 201—207.
72. Юдаев Н. А. Химические методы определения стероидных гормонов в биологических жидкостях. Медгиз, М., 1961.
73. Fukushima, D. K., H. L. Bradlow, L. Hellman, B. Zunoff, T. E. Gallagher. Metabolic transformation of hydrocortisone-4- C^{14} in normal men. — *J. Biol. Chem.* 1960, vol. 235, nr. 8, pp. 2246—2252.
74. Yates, F. E., J. Urquhart, A. L. Herbst. Effects of thyroid hormones on ring A reduction of cortisone by liver. — *Am. J. Physiol.* 1958, vol. 195, nr. 2, pp. 373—380.
75. Стереску Н., Ковэснюну З., Станку А., Рознер Б. Функциональные изменения щитовидной железы во время физической нагрузки. — *Конф. румынских физиологов.* Изд. Акад. РНР, Бухарест, 1963, стр. 147—148.
76. Хорол И. С. Изменение кривой поглощения радиоактивного йода под влиянием физической нагрузки у спортсмена. — *Теория и практ. физич. культ.* 1961, т. 24, вып. 10, стр. 766—768.
77. Diczfalusy, E., O. Cassmer, R. Ullmark. Assessment of the functional reserve capacity of the adrenal cortex in healthy subjects following exhausting exercise. — *J. Clin. Endocr.* 1962, vol. 22, nr. 1, pp. 78—86.
78. Derevenco, V., P. Derevenco. Ergebnisse experimenteller Untersuchungen über die Ausscheidung von ACTH bei physischer Anstrengung. — *Endokrinologie* 1962, Bd. 42, H. 3/4, S. 171—180.
79. Derevenco, P., E. Florca, V. Derevenco, M. Constiniuc. Sur l'élaboration de l'A. C. T. H. pendant l'effort physique chez l'homme. — *XIV^o Congreso Internacional de Medicina del Deporte.* Santiago, 1962, pp. 261—263.
80. Sayers, G. The adrenal cortex and homeostasis. — *Physiol. Rev.* 1950, vol. 30, nr. 3, pp. 241—320.

81. Виру А. А. О предстартовых изменениях в деятельности коры надпочечников. — Ученые записки Тартуского гос. унив., вып. 154, Труды по физкультуре II, Тарту, 1964, стр. 70—77.
82. Bugard, P., M. Albeaux Fernet, J. D. Romani. Rôle physiologique du système endocrinien dans la fatigue. — Soc. Méd. milit. franç. 1958, vol. 52, nr. 5, pp. 163—181.
83. Bugard, P., M. Henry. L'hyperaldostéronisme provoqué par l'exercice musculaire chez la sportif. — Rev. pathol. gén. et de physiol. clin. 1959, vol. 59, nr. 704, pp. 93—97.
84. Bugard, P., M. Henry, F. Plas, P. Chailley Bert. Les corticoïdes et l'aldostérone dans l'effort prolongé du sportif. — Rev. pathol. gén. et physiol. clin. 1961, vol. 61, nr. 724, pp. 159—174.
85. Plas, F., P. Chailley-Bert. La response surrénalienne à un effort prolongé. — Med. educ. phys. et sports, 1959, 33^e année, numéro spécial, pp. 47—52.
86. Chailley-Bert, P., F. Plas, G. Pallardy. Réponse des surrénales a l'effort prolongé. — XIV^o Congreso Internacional de Medicina del Deporte. Santiago, 1962, pp. 103—116.
87. Имельк О. И. О функции коры надпочечников при физических напряжениях. — Материалы 9-ой всесоюзной научной конф. по физиологии, морфологии, биохимии и биомеханике мышечной деятельности. М., 1966, т. II, стр. 13—14.
88. Batelli, F., Roatta. Influenze della fatica sulla quantità di adrenalina esistente nella ghiandola surrenale. — Compt. rend. Soc. de biol. 1902, vol. 54, p. 1203.
89. Steward, G. N., J. M. Rogoff. The influence of muscular exercise on normal cats compared with cats deprived of the greater part of the adrenals, with special reference to body temperature, pulse and respiratory frequency. — J. Pharmacol. Exper. Therap. 1922, vol. 19, pp. 87—95.
90. Hökfelt, B. Noradrenaline and adrenaline in mammalian tissues. — Acta Physiol. Scand. 1951, vol. 25, suppl. 92.
91. Puppi, A., A. Tigyi, K. Lissák. Untersuchungen der Wirkung von Nordrenalin und Adrenalin auf Adaptationsreaktionen. — Acta physiol. Acad. Sci. Hung. 1958, t. 14, suppl., pp. 8—9.
92. Eränko, O., M. Härkönen. Distribution and concentration of adrenaline and noradrenaline in the adrenal medulla of the rat following depletion induced by the muscular work. — Acta Physiol. Scand. 1961, vol. 51, pp. 247—253.
93. Hartman, F. A. The regulation of the adrenals to muscular activity. — Endocrinology 1922, vol. 6, nr. 4, pp. 511—518.
94. Cannon, W. B., J. R. Linton, R. R. Linton. Studies on the conditions of activity in endocrine glands. XIV The effects of muscle metabolism on adrenal secretion. — Am. J. Physiol., 1924, vol. 7, pp. 153—162.
95. Cannon, W. B., S. W. Britton. Studies on the conditions of activity in endocrine glands. XX The influence of motion and emotion on medulliadrenal secretion. — Am. J. Physiol. 1927, vol. 79, nr. 2, pp. 435—465.
96. Houssay, B. A., E. A. Molinelli. Décharge d'adrénaline provoquée par l'activité musculaire. — Comp. rend. Soc. de biol. 1925, vol. 93, pp. 884—885.
97. Lehmann, G., H. F. Michaelis. Adrenalin und Arbeit. III Mitt. Der Adrenalin Spiegel des Blutes bei Muskularbeit. — Arbeitsphysiol. 1943, Bd. 12, nr. 4, S. 298—304.
98. Vendsalu, A. Studies on adrenaline and nordadrenaline in human plasma. — Acta Physiol. Scand. 1960, vol. 49, suppl. 173.
99. Euler, U. S. v., S. Hellner. Noradrenaline excretion in muscular work. — Acta Physiol. Scand. 1952, vol. 26, fasc. 2—3, pp. 183—191.

100. Elmadjian, F., J. M. Hope, E. T. Lamson. Excretion of epinephrine and norepinephrine in various emotional states. — *J. Clin. Endocr.* 1957, vol. 17, nr. 5, pp. 608—620.
101. Летунов С. П., Бабарин П. М., Немерович Данченко О. Р., Джуганян Р. А. Изучение функции мозгового слоя надпочечников у спортсменов под влиянием физической нагрузки. — *Теория и практ. физич. культ.* 1964, т. 27, вып. 1, стр. 30—33.
102. Schmid, E., K. Schmerwitz. Untersuchungen über die Aktivierung des sympathikoadrenalen System bei Basketballsportlern an Hand der Vanillinmandelsäure-Bestimmung im Harn. — *Sportarzt u. Sportmed.* 1964, Bd. 15, H. 12, S. 399—402.
103. Benetato, G., N. R. Zamfirescu, B. Felberg, E. Buberianu. Investigation on catecholamine elimination in effort in trained and untrained subjects. — *Abstracts of Paper Presented at International Congress of Sport Sciences Tokyo, 1964*, p. 149.

SISUKORD — ОГЛАВЛЕНИЕ — CONTENTS

Л. К. ВЫХАНДУ, Т. Э. КАРУ. Об одной возможности анализа изменения физиологических функций при физических нагрузках. (Метод «Индивидуального корреляционного профиля»)	3
L. VÕHANDU, T. KARU. Ühest füsioloogiliste näitajate analüüsi võimalusest füüsiliste koormuste puhul. (Individuaalse korrelatiivse profiili meetod.) <i>Resümee</i>	9
L. VYKHANDU AND T. KARU. Some Possibilities of the Analysis of Physiological Variables in Physical Work with Special Referenge to the «Individual Correlational Profile» Method. <i>Summary</i>	10
Т. Э. КАРУ. О некоторых возможностях математического анализа изменений частоты пульса и величин артериального давления при повторных физических нагрузках. (Тренд-анализ). Сообщение I	11
T. KARU. Mõnedest pulsisageduse ja arteriaalse vererõhu muutuste matemaatilise analüüsi võimalustest korduva füüsilise koormuse puhul. (Trendanalüüs.) I teadaanne. <i>Resümee</i>	18
T. KARU. On Some Possibilities of a Mathematical Analysis of Changes in Pulse Rate And Arterial Blood Pressure in Intermittent Physical Work. (Trend Analysis.) Report I. <i>Summary</i>	18
Т. Э. КАРУ. О некоторых возможностях математического анализа изменений частоты пульса и величин артериального давления при повторных физических нагрузках. (Тренд-анализ). Сообщение II	20
T. KARU. Mõnedest pulsisageduse ja arteriaalse vererõhu muutuste matemaatilise analüüsi võimalustest korduva füüsilise koormuse puhul. (Trendanalüüs.) II teadaanne. <i>Resümee</i>	30
T. Karu. On Some Possibilities of a Mathematical Analysis of Changes in Pulse Rate And Arterial Blood Pressure in Intermittent Physical Work. (Trend Analysis.) Report II. <i>Summary</i>	31
A. A. ВИРУ, С. М. ОЯ, Х. Ю. СИЛЬДМЯЭ, Э. А. ВИРУ. К вопросу сопряженности изменений частоты сердечных сокращений и артериального давления при спортивных нагрузках и одномоментном беге на месте	33
A. VIRU, S. OJA, H. SILDMÄE, E. VIRU. Südame löögisageduse ja arteriaalse vererõhu muutuste kooskõlast sportlike pingutuste ja üheminutilise paigaljooksu sooritamisel. <i>Resümee</i>	42
A. VIRU, S. OJA, H. SILDMÄE, E. VIRU. On the Correlation Between Changes of Heart Rate And Arterial Pressure During Sport Efforts And During One-Minute Runs on the Spot. <i>Summary</i>	43
С. М. ОЯ, А. А. ВИРУ, Э. А. ВИРУ. Изменения частоты сердечных сокращений и артериального давления при плавании на 100 м с предельной и околопредельной скоростью	44
S. OJA, A. VIRU, E. VIRU. Südame löögisageduse ja arteriaalse rõhu	

muutused 100 m ujumisel maksimaalse ja submaksimaalse kiirusega. <i>Resümee</i>	53
S. OJA, A. VIRU, E. VIRU. Alterations of Heart Rate And Arterial Pressure During Swimming 100 Meters at Maximum And Submaximum Speeds. <i>Summary</i>	53
Э. А. ВИРУ. Влияние положения тела на динамику изменений артериального давления и частоты сердечных сокращений после работы	54
E. VIRU. Keha asendi mõju vererõhu ja südame löögisageduse tööjärgsele dünaamikale. <i>Resümee</i>	61
E. VIRU. The Influence of Body Position on Dynamics of Blood Pressure And Heart Rate After Work. <i>Summary</i>	61
Э. А. ВИРУ. К вопросу динамики изменений артериального давления при физических упражнениях	62
E. VIRU. Vererõhu muutuste dünaamika erineva intensiivsusega töö puhul. <i>Resümee</i>	73
E. VIRU. Dynamics of Blood Pressure During And After Exercises of Different Intensity. <i>Summary</i>	73
A. A. ВИРУ, С. М. ОЯ, Э. А. ВИРУ. Изменения частоты сокращений сердца и артериального давления при поднятии штанги	74
A. VIRU, S. OJA, E. VIRU. Südame löögisageduse ja vererõhu muutused tõstmisel. <i>Resümee</i>	81
A. VIRU, S. OJA, E. VIRU. Changes in Heart Rate And Blood Pressure in Weight-Lifting. <i>Summary</i>	81
A. PISUKE. Südametegevuse dünaamikast intervallmeetodi rakendamisel jooksjate treeningus	82
A. ПИСУКЕ. О динамике деятельности сердца при применении интервального метода в тренировке бегунов. <i>Резюме</i>	96
A. PISUKE. Dynamics of the Cardiac Frequency of Long Distance Runners While the Interval Method Is Used. <i>Summary</i>	97
В. КАЛАМ, А. ВИРУ. Итоги изучения подготовки сборной команды Эстонской ССР по легкой атлетике к III спартакиаде народов СССР	99
V. KALAM, A. VIRU. Kokkuvõtte Eesti NSV kergejõustiku koondvõistkonna ettevalmistuse uurimisest NSV Liidu III rahvaste spartakiadiks. <i>Resümee</i>	105
H. UNGER. Jooksukiiruse seosest mõningate kehaliste võimete ja kehalise arengu näitajatega	106
X. УНГЕР. О связи скорости бега с некоторыми показателями физических способностей и физического развития. <i>Резюме</i>	116
H. UNGER. Über die Geschwindigkeit des Laufes und ihre Beziehung zu den Kennziffern einiger körperlicher Fähigkeiten und der körperlichen Entwicklung. <i>Zusammenfassung</i>	118
H. TAMMPERE JA Ö. REINTAM. Opilaste kehalise arengu ja funktsionaalsete näitajate seostest	120
X. ТАММПЕРЕ, Ы. РЕИНТАМ. О взаимосвязи физического развития и функциональных показателей учеников. <i>Резюме</i>	124
Ö. REINTAM, H. TAMMPERE. Opilaste kehalisest arengust pioneerialagri I vahetuses	125
Ы. РЕИНТАМ, Х. ТАММПЕРЕ. О физическом развитии учеников в I смене пионерского лагеря. <i>Резюме</i>	130
A. SOOSAAR, A. VIRU. Влияние умственной нагрузки на двигательную деятельность	131

A. SOOSAAR, A. VIRU. Vaimse koormuse mõju kehalisele tegevusele. <i>Resümee</i>	136
A. SOOSAAR, A. VIRU. The Effect of a Mental Load on Physical Activity. <i>Summary</i>	136
A. A. ВИРУ. Выделение с мочой связанных и свободных 17- оксикорти- коидов при физических нагрузках	137
A. VIRU. Seotud ja vabade 17-oksükortikoidide eritumine uriiniga keha- liste koormuste puhul. <i>Resümee</i>	146
A. VIRU. Excretion of Conjugated And Unconjugated 17-Hydroxycor- ticoids During Physical Exercises. <i>Summary</i>	146
A. A. ВИРУ. Данные о деятельности надпочечников при ходьбе на лы- жах у студентов с отклонениями от нормального состояния здо- ровья	147
A. VIRU. Andmeid tervisehäiretega üliõpilaste neerupealiste koore talit- luse kohta suusatamisel. <i>Resümee</i>	150
A. VIRU. Data on the Functioning of the Adrenal Cortex in Skiing in Students with Poor Health. <i>Summary</i>	151
A. A. ВИРУ. Изменения сопротивляемости организма холоду под влия- нием утомления и кортизона	152
A. VIRU. Organismi külmale vastupanuvõime muutumine väsimuse ja kortisooni mõjul. <i>Resümee</i>	154
A. VIRU. The Influence of Fatigue And Cortisone on the Resistance of the Organism to Cold. <i>Summary</i>	155
T. Э. КАРУ. Некоторые теоретические вопросы корреляционного анализа переходного процесса	156
T. KARU. Üleminekuprotsessi korrelatsioonanalüüsi mõnedest teoreetilis- test küsimustest. <i>Resümee</i>	170
T. KARU. On Some Theoretical Problems Relative to the Correlation Analysis of a Transfer Progress <i>Summary</i>	171
A. VIRU. Neerupealiste talitus kehaliste pingutuste sooritamisel	172

ТРУДЫ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ

III

На эстонском, русском, английском и немецком
языках.

Тартуский государственный университет.
ЭССР, г. Тарту, ул. Юликооли. 18

Vastutav toimetaja A. Viru

Korrektorid V. Loginova, A. Norberg, O. Mutt ja F. Kibbermann

Ladumisele antud 4. X 1966. Trükkimisele antud 20. VI 1968. Trükipoognaid 11,75 + 1 klee-
bis. Arvestuspoognaid 14,4. Trükiarv 500. Kohila Paberivabriku trükipaber nr. 3. 60×90, 1/16.
MB-06420. Tell. nr. 7182. Hans Heidemanni nim. trükikoda, Tartu, Ülikooli 17/19, I.

Hind 96 kop.